

Universidad Pública de Navarra

Nafarroako Unibertsitate Publikoa

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS AGRÓNOMOS

*NEKAZARITZAKO INGENIARIEN
GOI MAILAKO ESKOLA TEKNIKOA*

TXISTOR, UN PRODUCTO TRADICIONAL DE NAVARRA

presentado por

MIREN LOREA AMATRIA SENAR(e)k

aurkeztua

INGENIERO AGRÓNOMO
NEKAZARITZA INGENIARITZA

JULIO, 2012

CONFORMIDAD DEL TUTOR Y DIRECTOR DEL TRABAJO FINAL DE CARRERA

M^a José Beriain Apestegui, Catedrática de Nutrición y Bromatología de la Universidad Pública de Navarra y Gregorio Induráin Báñez, Técnico de Proyecto en la Universidad Pública de Navarra del Departamento de Producción Agraria:

CERTIFICAN:

El Trabajo Fin de Carrera titulado **“Txistor, un producto tradicional de Navarra”** que presenta la alumna **Miren Lorea Amatria Senar** para optar al título de Ingeniero Agrónomo ha sido desarrollado bajo nuestra dirección en el Departamento de Ciencias del Medio Natural de la Universidad Pública de Navarra.

Revisado el trabajo, consideramos que reúne las condiciones necesarias para su defensa por lo que autorizamos la presentación del citado Trabajo Final de Carrera.

Pamplona, 4 de Julio de 2012

Fdo: M^a José Beriain Apestegui

Fdo: Gregorio Indurain Báñez

AGRADECIMIENTOS

A M^a José, mi tutora de TFC, por la constante dedicación, sus incontables consejos y su siempre disposición. Por la manera clara de transmitir sus amplios conocimientos y su inagotable energía a la hora de hacerlo. Por corregirme siempre con una sonrisa y no cesar hasta conseguir sacar lo mejor de mí.

A Gregorio, mi directo de TFC, por la infinita ayuda recibida en todo momento. Su interés, disposición y su buen hacer que siempre estuvieron presentes durante nuestro trabajo.

A mi familia, por creer siempre en mí y apoyarme en todo momento. Por mostrarme que en la vida no hay nada que no se consiga con esfuerzo a pesar de lo difícil que pueda parecer.

A mis compañeros de la Uni por su continuo interés, compañía, ilusión y sobre todo por los buenos momentos compartidos

.

GRACIAS A TODOS

RESUMEN

Los embutidos de carne de porcino se elaboran desde tiempo inmemorial y son consecuencia de las necesidades alimentarias de las poblaciones rurales que dependían en gran medida de los productos del cerdo. Su consumo se popularizó y extendió con la emigración de estas poblaciones a zonas urbanas. Uno de los embutidos más típicos en Navarra es la chistorra o txistor que surge fruto de la matanza del cerdo. Hoy en día la chistorra sigue fabricándose de manera artesanal por carniceros y con procesos más industrializados en pequeñas empresas cárnicas a lo largo de todo el territorio foral.

Consecuencia de la importancia de este embutido en la comunidad, el Gremio de Carniceros de Navarra apoya su diferenciación y difusión como producto autóctono y de calidad. Para ello lleva colaborando con la UPNA desde el año 2009 en la realización de estudios que contribuyan al reconocimiento y desarrollo del producto así como a potenciar su consumo. De esta manera este trabajo continuará la línea de trabajo iniciada años atrás.

El día 29 de Abril de 2012 se celebró en Pamplona el VII Concurso Navarro de Chistorras. Este concurso anual está organizado por el Gremio de Carniceros de Navarra y la Universidad Pública de Navarra, colaboró en él a través de la participación en el panel de catadores expertos y la caracterización de los 10 productos finalistas. El presente Trabajo Fin de Carrera tiene como objetivo la determinación de la calidad de la Chistorra de Navarra. Para ello, el trabajo utiliza los resultados de la evaluación sensorial realizada en el Concurso y los datos obtenidos de la evaluación instrumental del color, la textura, la composición química, el análisis microbiológico y el perfil de ácidos grasos.

En un segundo paso se buscarán las relaciones existentes entre las variables analizadas, para poder identificar aquel parámetro o parámetros que permitan estimar instrumentalmente la calidad organoléptica del producto. Esto sería útil, tanto para los productores en su actividad cotidiana, como para la organización de próximos concursos, ya que facilitaría una valoración más objetiva de las chistorras presentadas y un desarrollo más eficaz del Concurso.

INDICE DE CONTENIDOS

I. INTRODUCCION

INTRODUCCION -----	8
--------------------	---

II. ANTECEDENTES

1. HISTORIA DEL PRODUCTO-----	10
-------------------------------	----

2. DEFINICION Y CARACTERISTICAS DEL PRODUCTO. -----	11
---	----

2.1 DEFINICION -----	11
----------------------	----

2.2 INGREDIENTES -----	12
------------------------	----

2.2.1 MATERIA PRIMA -----	12
---------------------------	----

2.2.2 CONDIMENTOS Y ESPECIAS -----	12
------------------------------------	----

2.2.3 ADITIVOS -----	14
----------------------	----

2.3 DIAGRAMA DE FLUJO-----	15
----------------------------	----

2.4 PROCESOS DE ELABORACION-----	15
----------------------------------	----

2.4.1 SELECCIÓN MATERIA PRIMA -----	15
-------------------------------------	----

2.4.2 PICADO -----	16
--------------------	----

2.4.3 MEZCLADO Y AMASADO -----	16
--------------------------------	----

2.4.4 EMBUTIDO -----	16
----------------------	----

2.4.5 MADURACION Y DESECACION -----	17
-------------------------------------	----

3. PARAMETROS, ATRIBUTOS Y METODOS DE MEDIDA -----	18
--	----

3.1 ANÁLISIS SENSORIAL -----	18
------------------------------	----

3.1.1 PANEL ENTRENADO-----	18
----------------------------	----

3.1.2 PANEL DE CONSUMIDORES-----	19
----------------------------------	----

3.2 EL COLOR-----	20
-------------------	----

3.2.1 DEFINICION E IMPORTANCIA -----	20
--------------------------------------	----

3.2.2 COLOR EN PRODUCTOS CRUDOS CURADOS -----	21
---	----

3.2.3 MEDIDA INSTRUMENTAL DEL COLOR -----	21
---	----

3.3 LA TEXTURA -----	22
----------------------	----

3.3.1 DEFINICION E IMPORTANCIA -----	22
--------------------------------------	----

3.3.2 MEDIDAS INSTRUMENTALES -----	22
------------------------------------	----

3.4 ACIDOS GRASOS -----	24
-------------------------	----

4. FUTURO Y SITUACION ACTUAL DE LA CHISTORRA-----	26
---	----

4.1 CONTROVERSIA NITRITOS Y NITRATOS-----	26
---	----

4.2 CONTENIDO EN SAL -----	27
----------------------------	----

4.3 CONTENIDO EN GRASA-----	28
-----------------------------	----

III. OBJETIVOS

OBJETIVOS-----	31
----------------	----

IV. MATERIAL Y METODOS

1. INTRODUCCION -----	33
2. IDENTIFICACION DE LAS MUESTRAS-----	33
3. EVALUACIÓN SENSORIAL-----	33
4. ANALISIS INSTRUMENTAL -----	35
4.1 COMPOSICION QUIMICA Y ANALISIS MICROBIOLOGICO ----	35
4.2 EVALUACIÓN DEL COLOR-----	37
4.3 MEDIDA INSTRUMENTAL DE TEXTURA -----	38
4.3.1 METODO WARNER BRATZLER -----	39
4.3.2 MÉTODO DOBLE COMPRESIÓN-----	40
4.4 DETERMINACIÓN DEL PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS. -----	43
4.4.1 EXTRACCION-----	44
4.4.2 METILACIÓN -----	44
4.4.3 ANALISIS CROMATOGRAFICO-----	45
5. ANALISIS ESTADISTICO -----	47

V. RESULTADOS Y DISCUSION. ----- 48

1. EVALUACION SENSORIAL POR EL COMITÉ DE EXPERTOS EN EL VII CONCURSO DE LA CHISTORRA DE NAVARRA.----- 49

1.1 FASE DE PRESENTACION (CHISTORRA CRUDA) -----	49
1.2 FASE DE EVALUACION DE LA CHISTORRA COCINADA -----	49
1.3 FASE FINAL-----	50
1.4 ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DEL PANEL DE CATADORES. 52	

2. MEDIDAS ANALITICAS COMPLEMENTARIAS ----- 55

2.1 ESTUDIO DEL COLOR -----	55
2.1.1 CARACTERIZACION DEL COLOR Y SU RELACION CON LA CALIDAD SENSORIAL. -----	55
2.2 ANALISIS INSTRUMENTAL DE LA TEXTURA -----	58

2.3 ANALISIS QUIMICO DE LAS CHISTORRAS -----	61
2.5 COMPOSICION ACIDOS GRASOS-----	63
3. ESTUDIO DE LA VIDA UTIL-----	65

VI. CONCLUSIONES

CONCLUSIONES -----	71
---------------------------	-----------

VII. BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA -----	74
---------------------------	-----------

I. INTRODUCCION

INTRODUCCIÓN

Txistor, o como la mayor parte de la gente lo conoce y así aparece en la Legislación Española: chistorra; es un embutido típico de Navarra producto de la matanza del cerdo. La matanza del cerdo ha constituido desde la antigüedad una fuente de aprovisionamiento a lo largo del territorio Español y de igual manera en la Comunidad Foral. Haciendo honor al refrán "del cerdo se aprovecha todo, hasta los andares", cientos de familias elaboraban el txistor como subproducto de las partes menos nobles del cerdo. Estas practicas artesanales debido a la gran aceptación del producto han ido evolucionando y hoy en día contamos con numerosas y variadas industrias de productos cárnicos transformados.

Debido a ese carácter artesanal y personal tanto en la composición como en las técnicas de elaboración la chistorra resulta ser un producto muy heterogéneo, puede variar mucho según su elaborador. Es por ello que este trabajo busca caracterizar un producto muy poco estudiado y estandarizado. Que mejor punto de partida para un trabajo como este que el concurso anual de chistorra de Navarra, organizado por el gremio de carniceros. Son los carniceros y demás elaboradores los primeros interesados en conocer mas su producto y en saber que es lo que el consumidor demanda para poder perfeccionar el producto, diferenciarlo y por supuesto difundirlo como un producto autóctono y de calidad.

II. ANTECEDENTES

1. HISTORIA DEL PRODUCTO

La matanza del cerdo también conocida en el territorio foral como “Matatxerri” , “Matacuta” o en euskera “Txerri Ilketa” ha sido tradicionalmente un pilar fundamental de la economía familiar y rural en Navarra. Los productos obtenidos del cerdo, significaban en el pasado el sustento alimenticio durante el año para gran parte de las familias (Bello, 1997). Debido a la antigüedad y el arraigo de esta actividad, se han generado diversas costumbres, modos de hacer y tradiciones, entre ellas la chistorra.

Gran parte de las tradiciones relacionadas con la matanza tienen carácter determinado siendo este: local, comarcal, regional o de área cultural. Es por ello que la fabricación de chistorra se limita especialmente a Navarra y no es de tal repercusión en los diferentes puntos donde la matanza tiene también gran importancia.

La matanza del cerdo además de un interés cultural, constituye un elemento de estudio por su propia naturaleza científica y tecnológica tanto de las características del despiece de la canal y la calidad de las piezas, como de las bases tecnológicas de el proceso de elaboración de productos cárnicos. A todo esto debemos añadir la repercusión económica de la actividad en forma de ahorro en el presupuesto familiar. Pese a que en una época se produjo una gran disminución y en algunos casos desaparición de las matanzas, en las ultimas décadas éstas se están recuperando intentando mantener parte de la pureza del ritual. Son diversas las razones, pero incluyen el gusto nuevamente por lo tradicional, la búsqueda de alimentos naturales y , como no, motivos económicos (Roncales y Martínez, 2001).

A pesar de esta aparente recuperación, son muchos los factores que dificultan el mantenimiento de esta actividad. La perdida de los valores culturales asociados a tal evento, la incomodidad o rareza de ciertos instrumentos utilizados para llevar a cabo la matanza y por ultimo la existencia de modernos métodos de conservación que hacen prescindibles muchos de los productos tradicionales obtenidos con la matanza.

La significación económica de la matanza ha variado mucho con el paso del tiempo, en el pasado su trascendencia económica era enorme. Todas las casas del ámbito rural sacrificaban al menos un cerdo y eran sus productos en la mayoría de los casos el único aporte proteico y lipídico de origen animal incluidos en la dieta diaria a lo largo del año (Roncales y Martínez, 2001). También la legislación ha variado a lo largo de los años, la matanza de cerdos para las necesidades personales esta presente como una excepción a la ley (Real Decreto 147/1993, BOE 12/03/1993) que establece las condiciones sanitarias de producción y comercialización de carnes frescas. Su objetivo debe ser sólo la de satisfacer las necesidades particulares, estando prohibida la comercialización de las carnes así obtenidas.

2. DEFINICION Y CARACTERISTICAS DEL PRODUCTO.

2.1 DEFINICION

Txistor o chistorra como aparece en la legislación alimentaria Española (Orden 7/02/1980, BOE 21/03/1980), queda definido como: “la mezcla de carne picada o troceada de cerdo o de cerdo y vacuno, con tocino y/o grasa de cerdo, adicionada de sal, pimentón, ajo y aditivos autorizados; amasada y embutida en tripas, naturales o artificiales, que han sufrido un corto proceso de maduración-dsecación, con o sin ahumado, con un calibre máximo de 25mm en producto curado y que se caracteriza por su coloración roja, así como por su olor y sabor característicos”. Esta regulada por la su correspondiente Norma de calidad (Anexo 4 de la orden ministerial del 7 de febrero para embutidos crudos curados,1980).

2.2 INGREDIENTES

2.2.1 MATERIA PRIMA

La carne empleada es procedente del cerdo. Las características de las materias primas son de gran importancia en cuanto a que condicionan los procesos de elaboración y la calidad del producto final. La carne debe provenir de animales adultos, sanos y bien nutridos, a los que se ha debido dejar reposar tras las condiciones adversas que suponen necesariamente la selección, agrupamiento o transporte, que provocan miedo, fatiga, excitación, etc. (Jiménez y Carballo, 1989).

Tan importante como la carne son los materiales grasos empleados, como tocino y panceta, entre otros, que contribuyen a las características sensoriales del embutido. Deben emplearse materiales grasos con elevado punto de fusión, ya que en caso contrario se tornan fácilmente viscosos durante el picado, exudando grasa que en contacto con la carne dificultan su ligazón y la penetración de sustancias curantes.

2.2.2 CONDIMENTOS Y ESPECIAS

- **Agua**

El agua es habitualmente llamada disolvente universal porque es capaz de disolver un gran número de sustancias, incluidas aquellas utilizadas como ingredientes en productos cárnicos curados. El agua actúa como disolvente, transporte y agente de dispersión para componentes como sal, nitratos o nitritos (Tarté, 2009) presentes en la chistorra.

- **Cloruro sódico.**

Es uno de los ingredientes mas antiguos usado para la conservación de productos cárnicos y es esencial para la elaboración de embutidos crudos curados (Leistner, 1992). Es en términos cuantitativos y de frecuencia el ingrediente mas común en estos productos. Este mejorante del sabor, aumenta la fuerza iónica, aumentando también la solubilidad de las proteínas y favoreciendo sus propiedades tecnológicas (poder emulsionante, ligante,...). Tiene además efecto bactericida y conservador (Girard, 1991) puesto que reduce el valor de la actividad de agua hasta valores en los que se inhibe el crecimiento de los microorganismos patógenos.

- **Pimentón.**

El pimiento llego a Europa junto con la patata o el tomate tras el descubrimiento de América. Existen muchas variedades que se diferencian por forma, tamaño, color o sabor. Es a partir del pimiento como se elabora el pimentón, que es el polvo que se obtiene al moler los pimientos encarnados secos. Cuando se habla de embutido y especialmente de chistorra, es necesario referirse al pimentón, ya que de él proviene su característico color rojizo.

- **Ajo**

Es una planta que produce un bulbo blanco, redondo y de olor fuerte, dividido en partes o dientes. Se utiliza como condimento, ya sea crudo, asado, frito o hervido. Es tan usado en la cocina española que, genéricamente, se la ha llegado a conocer como “la cocina del ajo”. En los embutidos se usa en pequeñas cantidades y especialmente en los embutidos caseros.

2.2.3 ADITIVOS

- **Nitratos y nitritos**

En principal objetivo de la adición de nitratos y nitritos es la inhibición de microorganismos indeseables como *C. Botulinum*, pero también contribuyen en la formación del color típico. Podemos denominarlos agentes de curado puesto que son ingredientes esenciales en este proceso. Son compuestos característicos de los procesos de curado pues sus funciones tecnológicas son varias: son responsables de la formación del color rojo típico por reacción con la mioglobina dando origen a la nitrosomioglobina, contribuyen al aroma deseado e inhiben el desarrollo de microorganismos patógenos como se ha comentado. Las cantidades residuales de nitritos y nitratos en el producto final están recogidas en la Legislación (Real Decreto 142/2002, BOE 20/02/2002).

2.3 DIAGRAMA DE FLUJO

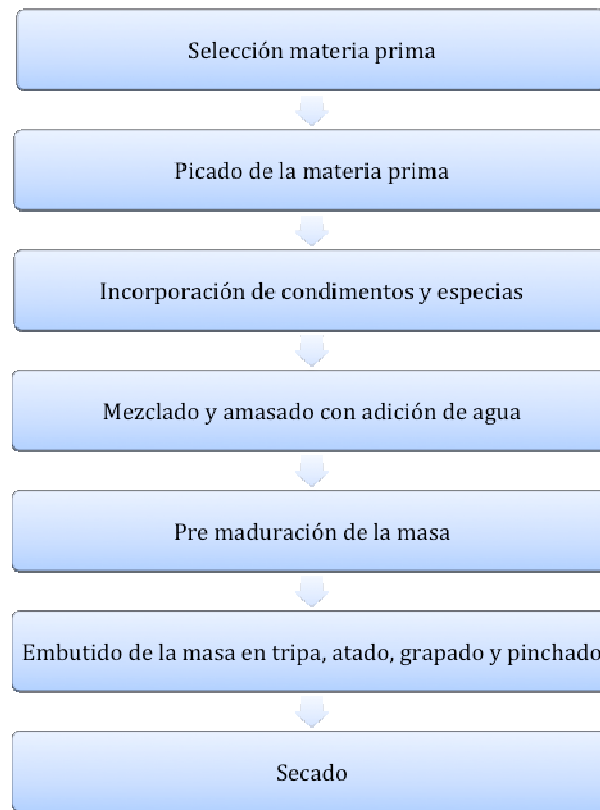


Figura 1: Diagrama de flujo de proceso de fabricación de la chistorra.

2.4 PROCESOS DE ELABORACION

2.4.1 SELECCIÓN MATERIA PRIMA

La chistorra es un embutido crudo curado elaborada con carne procedente del cerdo, empleándose panceta o la parte del lomo del cerdo próxima a la cabeza (cabezada). Estas materias primas deben ser rápidamente refrigeradas, en ocasiones incluso congeladas, principalmente cuando el período hasta la elaboración del embutido es prolongado. La aplicación de estos tratamientos frigoríficos tiene como objetivo

retardar el desarrollo de los microorganismos, evitar la aparición de alteraciones fermentativas en el tocino que favorecen el enranciamiento, y aumentar la consistencia, tanto de la carne como del tocino, para facilitar el corte durante su posterior picado o triturado (Jiménez y Carballo, 1989).

2.4.2 PICADO

El tamaño de picado de la materia prima debe ser de 6mm y se efectúa en picadoras, compuestas fundamentalmente por una tolva de carga, un tornillo sinfín que empuja a los productos hacia las cuchillas giratorias que lo cortan y lo envían hacia un disco perforado con orificios de diversos diámetros (Girard, 1991).

2.4.3 MEZCLADO Y AMASADO

Posteriormente al picado de la materia prima se procede a su mezcla y amasado con el resto de los ingredientes (condimentos y especias) y los aditivos. Este proceso se realiza en máquinas mezcladoras-amasadoras provistas con paletas giratorias, a fin de conseguir una masa uniforme. Ha de realizarse al vacío, eliminando el aire ocluido en la masa para evitar alteraciones posteriores en el producto como decoloraciones o mayor desarrollo de microorganismos. Hay que mantener la temperatura de la masa por debajo de 4° C para evitar el embarrado, que confiere al producto características no deseables. Tras el mezclado y amasado la masa debe reposar por un periodo de 24 horas.

2.4.4 EMBUTIDO

Una vez preparada la masa se procede a llenar, embutir, las tripas con ella. Las tripas utilizadas son de intestino delgado de cordero, tienen un calibre de entre 20 y 24 mm y se conocen con el nombre de “escemin”. Para la embutición se emplean embutidoras provistas con boquillas lisas y no excesivamente largas que impidan el calentamiento de la masa. Se debe evitar la presencia de aire, el ya existente y el producido durante el llenado. El aire en el interior de la chistorra daría origen a

cavidades que pueden provocar decoloraciones y enmohecimiento. Las tripas utilizadas deben estar previamente lavadas para retirar la sal y evitar así que esta forme costra en la superficie del producto.

2.4.5 MADURACION Y DESECACION

El proceso de secado es muy variable en el tiempo y se realiza en condiciones de humedad y temperatura controladas (Chang et al., 1996). La temperatura es de entre 12 y 15°C con una humedad de 75 a 80 % y la duración del secado puede oscilar desde unos pocos días hasta incluso tres semanas. Esta etapa es crítica dentro del proceso de fabricación de embutidos, ya que la masa fresca es muy susceptible al deterioro puesto que constituye un excelente medio de cultivo para el desarrollo microbiano, favorecido por el estado físico de las materias primas (picada) y por los elevados niveles de contaminación que tienen lugar cuando no se guardan las debidas condiciones higiénicas durante la manipulación de los diferentes ingredientes.

A lo largo de la maduración y desecación, procesos que se pueden englobar bajo el término «curado», los embutidos experimentan una serie de transformaciones físicas, químicas, bioquímicas y microbiológicas cuyas consecuencias fundamentales son un aumento en la estabilidad del producto y el desarrollo de las propiedades organolépticas características. Durante la maduración se produce un enrojecimiento del producto. El color se extiende por lo regular desde el interior hacia afuera debido a la formación de nitropigmento favorecido por el paso de nitratos a nitritos por medio de microorganismos reductores.

3. PARAMETROS, ATRIBUTOS Y METODOS DE MEDIDA

Con el objetivo de diferenciar la chistorra como un producto autóctono y de calidad es necesario conocer al detalle todos los atributos y parámetros que a ésta definan. Estos parámetros y atributos son varios y diversos y para su determinación de han empleado diversos métodos y técnicas. Podemos agrupar éstas en dos grupos principales; métodos sensoriales e instrumentales.

3.1 ANÁLISIS SENSORIAL

El análisis sensorial permite evaluar los alimentos utilizando los sentidos humanos como instrumentos de medida. Estas valoraciones son las más adecuadas ya que son las más cercanas a la evaluación que sufrirá el alimento por parte de los consumidores. Este análisis puede realizarse a través de dos tipos de paneles: el panel entrenado cuyo objetivo es determinar la intensidad o la presencia / ausencia de los atributos evaluados y así establecer diferencias significativas entre muestras; y el panel de consumidores, diseñado para valoraciones hedónicas y de aceptabilidad (Price y Schweigert, 1994)

3.1.1 PANEL ENTRENADO

Los miembros de este panel aprenden las técnicas de enjuiciamiento y análisis crítico de un numero determinado de atributos sensoriales de un alimento. Mediante la selección y el entrenamiento adquieren mayor seguridad y exactitud en sus valoraciones. Estos miembros están especializados en valorar atributos específicos de la calidad, independientemente de otras dimensiones sensoriales. Tienen la capacidad de identificar y describir las impresiones de sapidez, evaluar la intensidad de un atributo y

detectar diferencias que normalmente pasan desapercibidas para los consumidores (Price y Schweigert, 1994).

Un panel entrenado está formado por un reducido número de personas, normalmente entre 5 y 20. Es preferible evaluar sólo un factor en cada sesión pero algunos de los factores están tan íntimamente relacionados que con frecuencia hay que determinarlos conjuntamente (Price y Schweigert, 1994).

Las pruebas realizadas en un panel entrenado son de dos tipos tal como exponen Costell y Durán (1981): discriminatorias y descriptivas.

- Pruebas discriminatorias: tienen como objetivo determinar si se perciben diferencias significativas entre muestras. Las pruebas discriminantes más empleadas son la comparación paralela, prueba A – no A, prueba dúo – trío y prueba triangular.

- Pruebas descriptivas: la evaluación se lleva a cabo mediante la categorización o puntuación para la característica a valorar. En el caso de la categorización, se determina el grado de intensidad de un atributo. En el caso de la puntuación se determina la dirección y la magnitud del mismo. Aunque es habitual en los ensayos con paneles entrenados encontrar fichas de cata con variables del tipo “aceptabilidad sensorial” un panel entrenado no puede utilizarse para evaluar la aceptabilidad o la preferencia de un producto, ya que estas no pueden ser entrenadas ni el panel tendrá un número suficiente e personas como para representar a una población.

3.1.2 PANEL DE CONSUMIDORES

El principal objetivo de un panel de consumidores es indicar preferencias y/o grado de preferencia de una muestra. Las valoraciones, a diferencia del panel entrenado, son hedónicas (preferencia o aceptación) evaluando el alimento y sus características de forma integral (Sañudo, 1993).

Para evaluar la aceptabilidad de un producto la opinión del consumidor es la verdaderamente importante ya que la calidad sensorial no es una característica intrínseca del alimento, sino el resultado de la interacción entre el alimento y el hombre, determinada por antecedentes socioculturales y con la información de que se dispone al

evaluar el alimento. Por tanto, los paneles de consumidores son la fase final para predecir la aceptación comercial de un determinado producto (Beriaín y Lizaso, 1998).

Un panel de consumidores debe ser representativo del grupo de población al que van a aplicarse los resultados, estando constituido por muchas personas, generalmente un centenar o más. Los paneles de consumidores no necesitan ser sometidos a un entrenamiento ya que no es posible entrenar el grado de aceptación o preferencia por un producto. Respecto a los sistemas de calificación, las escalas empleadas en un panel de consumidores son mucho más simples que las del panel entrenado (me gusta / no me gusta) o indican el producto preferido (Price y Schweigert, 1994).

Las medidas obtenidas con métodos instrumentales deben correlacionarse con los resultados de los análisis sensoriales para que el uso de las técnicas instrumentales sea válido y fiable (Issanchou et al., 1996).

Sin embargo, la percepción sensorial involucra a factores que no se limitan a las variables medidas de forma instrumental e incluye la interacción entre dichos factores por lo que estos métodos no son auxiliares a los sensoriales y no pueden sustituir nunca al ser humano ya que es éste el que determina la aceptabilidad de un producto

3.2 EL COLOR

3.2.1 DEFINICION E IMPORTANCIA

La medida del color es un asunto que despierta gran interés en la actualidad e implica a un gran número de industrias, entre ellas la agroalimentaria. El consumidor asocia el color de un producto con su calidad gustativa por tanto este representará uno de los factores clave a la hora de elegir y aceptar un producto por parte del consumidor. La importancia del color como un parámetro de calidad unido al desarrollo de

coloraciones anormales vinculadas a tecnologías de elaboración y conservación, hacen necesario el planteamiento de técnicas objetivas para su medida.

3.2.2 COLOR EN PRODUCTOS CRUDOS CURADOS

El color en los productos curados depende de la nitrosomioglobina formada a partir de reacciones químicas de los pigmentos de la carne con las sales de curado (nitritos y nitratos). Este es un proceso complejo y lento, resultado de una serie de procesos microbianos, enzimáticos y químicos que depende de muchos parámetros (pH, concentración de pigmentos, potencial Redox, distribución de las sales de curado, temperatura, humedad, etc....) (Giddey, 1996)

3.2.3 MEDIDA INSTRUMENTAL DEL COLOR

El color puede medirse de forma instrumental mediante el uso de un colorímetro que nos permite obtener el espectro de reflectancia superficial. De esta manera el color queda definido mediante una serie de parámetros físicos definidos por la CIE (Commission Internationale de L'Eclairage) : Luminosidad (L^*), cantidad de rojo (a^*), cantidad de amarillo (b^*), croma (C^*) y tono (H^*). Este es uno de los métodos recomendados para el estudio del color en muestras de carne.

Un color por tanto está determinado por las siguientes características físicas: el tono (H^*), la luminosidad (L^*) y el croma (C^*). El tono es el color propiamente dicho, es decir, la longitud de onda reflejada. La luminosidad es la intensidad que nos permite distinguir entre colores claros y oscuros y viene determinada por la concentración de sustancias colorantes. El croma define el brillo, que es la cantidad de luz que es reflejada por el producto respecto a la cantidad de luz que incide. Nos permite distinguir entre colores vivos frente a colores apagados. El croma (C^*) y el tono (H^*) están definidos por la cantidad de rojo (a^*) que varía de rojo a verde y la cantidad de amarillo

(b*) que varia de amarillo a azul. Haciendo uso de estos parámetros podemos representar el color en una escala tridimensional (Figura 2).

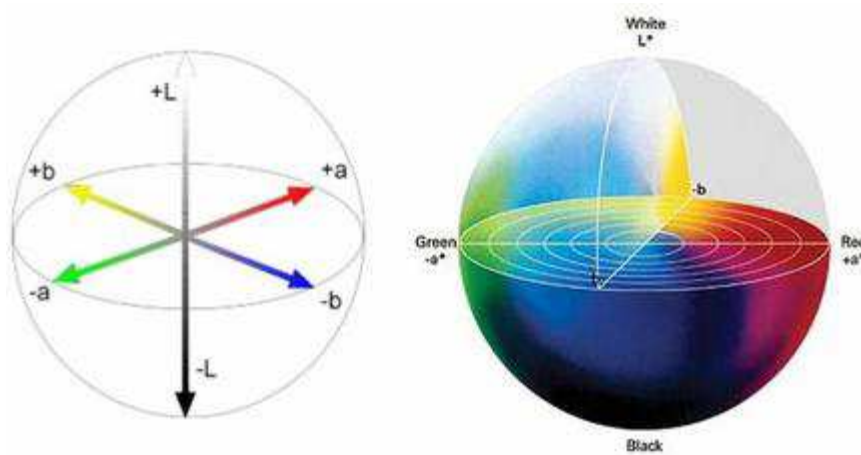


Figura 2: Representacion de la escala tridimensional del color CIELab.

3.3 LA TEXTURA

3.3.1 DEFINICION E IMPORTANCIA

La evaluación de la textura en productos cárnicos puede llevarse a cabo mediante el uso de métodos instrumentales y métodos sensoriales. Los métodos instrumentales se basan en la determinación de las características mecánicas del alimento mediante la aplicación de una fuerza. Sin embargo, con el análisis sensorial se pueden evaluar una serie de atributos, como la ausencia de ternillas, que no se pueden determinar de forma objetiva por lo que el análisis sensorial sería la forma más adecuada de evaluar la textura del producto. Además, en el análisis sensorial el valor que se da a un atributo queda influenciado por el resto de atributos por lo que ofrece una representación más útil y completa de las características de un producto en comparación con los métodos instrumentales. (Szczeniak et al., 1963; AMSA, 1995).

3.3.2 MEDIDAS INSTRUMENTALES

Entre los métodos instrumentales utilizados para medir la textura del producto se pueden encontrar medidas de corte y compresión que permiten estudiar la resistencia al corte del producto y obtener además diferentes parámetros como dureza, cohesividad, gomosidad y masticabilidad. Una de las principales ventajas de estos métodos es que son más económicos, tanto en tiempo como en dinero, y están menos sujetos a error que los métodos sensoriales. Sin embargo, no permiten determinar preferencias o aceptabilidad (Wheeler et al., 1997).

Las técnicas de estimación instrumental de la dureza más utilizadas son resistencia al corte y compresión.

- **Resistencia al corte (Warner – Bratzler)**

Para la determinación instrumental de la terneza normalmente se aplica la técnica de Warner – Bratzler. Esta técnica fue creada en 1928 por Warner y Bratzler. Se trata de una célula de cizallamiento asociada a un texturómetro que mide la fuerza requerida para efectuar un corte de una muestra en el sentido perpendicular de las fibras musculares. Con este sistema, además de determinar la fuerza máxima de corte, se obtiene amplia información del comportamiento del alimento gracias a la disponibilidad de la curva completa, en la cual se refleja la resistencia del alimento a la fuerza aplicada en función del tiempo (Lepetit y Culioli, 1994).

Esta técnica de Warner – Bratzler es un sistema relativamente barato y proporciona resultados de una metodología estandarizada, por lo que pueden ser comparados entre diferentes laboratorios. Por este motivo, es uno de los sistemas para determinar la dureza de la carne más utilizado.

- **Compresión**

Otro tipo de medidas instrumentales son aquellas que intentan imitar las condiciones que sufre el alimento en la boca. Dentro de este tipo se encuentra el test de doble compresión, consiste en una doble compresión del alimento hasta un porcentaje de la altura inicial imitando la acción de la mandíbula. Entre los parámetros obtenidos se encuentran la dureza, cohesividad, elasticidad, gomosidad y masticabilidad, que se calculan a partir de distintas variables tomadas de la doble curva de compresión (Zulet, 2000).

3.4 ACIDOS GRASOS

Es de muy importante el estudio de cada uno de los constituyentes de los lípidos por la influencia que pueden presentar en las características sensoriales del producto y en su valor nutricional (Wood et al., 2008). Referente al valor nutricional de la composición de la grasa, al nivel de colesterol y a los ratios tanto de ácidos grasos poliinsaturados/saturados (PUFA/SFA) como de poliinsaturados *n*-6/*n*-3 podemos afirmar que han sido ampliamente utilizados para evaluar el valor nutricional de la grasa (Webb y O'Neil, 2008).

Uno de los principales determinantes en la aceptabilidad y por tanto uno de los atributos a tener en cuenta para la mejora del producto es el flavor. Los sabores y aromas característicos son consecuencia de la oxidación de los compuestos lipídicos precursores de los compuestos volátiles responsables del perfil de aromas y sabores (Pearson et al., 1992). La determinación del perfil lipídico se realiza a través de una extracción de la grasa de la muestra, seguida de una metilación de los ácidos grasos y posterior identificación y cuantificación por medio de cromatografía de gases con ayuda de un patrón interno (Figura 3) (Beriain et al., 2005)

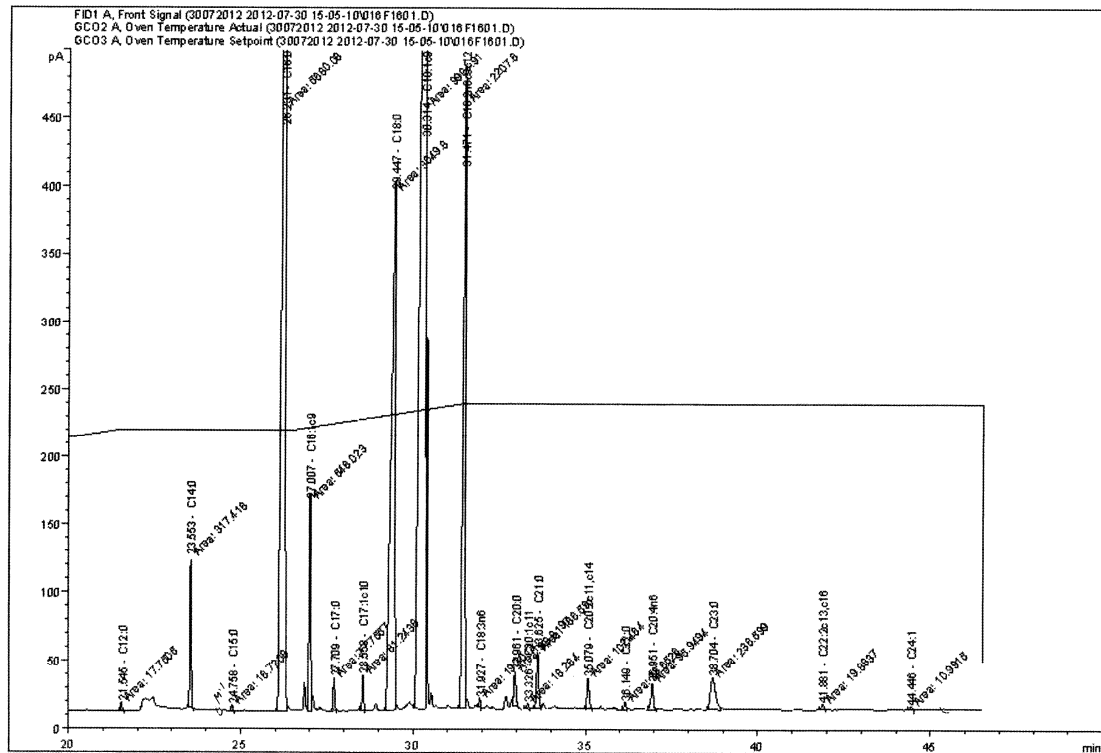


Figura 3: Detalle del cromatograma con los tiempos de retención de una muestra de chistorra.

4. FUTURO Y SITUACION ACTUAL DE LA CHISTORRA

4.1 CONTROVERSIA NITRITOS Y NITRATOS

El gobierno de Navarra con el propósito de solventar ciertas dudas acerca de la legalidad del uso de nitritos y nitratos en la fabricación de chistorra fresca, consultó a la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN). Ésta, ha elaborado un informe que deja una situación controvertida en el uso de aditivos como nitratos y nitritos. Las características de los productos derivados de la carne y , por tanto, su clasificación, dependen fundamentalmente de los tratamientos de procesado a los que han sido sometidos. El Reglamento (C.E) 853/2004, del 29 de Abril del 2004 clasifica los distintos tipos de productos de la carne y define los preparados de carne como: “la carne fresca, incluida la carne que ha sido troceada, a la que se han añadido productos alimenticios, condimentos o aditivos, o que ha sido sometida a transformaciones que no bastan para alterar la estructura interna de la fibra muscular ni, por lo tanto, para eliminar las características de la carne fresca”. Es en esta categoría donde se incluye la chistorra y por tanto es su legislación la aplicable.

A nivel comunitario la utilización de aditivos esta regulada mediante el Reglamento (C.E) 1333/2008 del 16 de Diciembre del 2008. Las condiciones que deben cumplir los aditivos alimentarios para que su uso sea autorizado son las siguientes: no deben plantear problemas de seguridad para la salud del consumidor y debe existir una necesidad tecnológica razonable que no puede ser satisfecha por otros medios económica y tecnológicamente practicables y su uso no debe inducir a error al consumidor. A pesar de que existe diversos problemas respecto a la clasificación de los diferentes productos derivados de la carne, si la chistorra no cumple la norma de los productos cárnicos crudos-curados, se consideraría preparado de carne y por tanto podríamos concluir que el uso de nitritos y nitratos no esta autorizado en la legislación española en estos productos en particular.

Con respecto a la seguridad de nitritos y nitratos, tanto los dictámenes de EFSA como del Comité Científico de la AESAN recomiendan una restricción del uso de estos aditivos tanto como sea posible, pero sin que ello conlleve una pérdida frente a la protección frente a *C. Botulinum*. Se indica que con una higiene correcta, la aplicación de APPCC y el establecimiento de tiempos cortos de almacenamiento se pueden fabricar productos de la carne sin que sea necesaria la utilización de nitritos. Tras evaluar las necesidades tecnológicas que el sector ha manifestado como justificativas para el uso de nitritos y nitratos, se concluye que referente a la acción conservadora frente a *C. Botulinum* no existe riesgo pues este microorganismo no está presente si se aplican medidas de control. Frente a la contaminación por pimentón, es la industria del pimentón la responsable de aplicar métodos frente a la contaminación microbiológica. Frente a la mala conservación por parte del consumidor, se aplican a todos los productos perecederos y se basan en la información al consumidor.

Además, la formación de nitrosaminas no es por sí sola suficiente justificación para la adición de aditivos alimentarios. En cuanto a las características organolépticas, los nitratos y nitritos no están autorizados para este uso y existen ingredientes alternativos. Al igual que para el mantenimiento del color, la adición de pimentón puede resultar suficiente y no quedaría justificada la adición de nitratos o nitritos. Así pues; la situación del uso de nitratos y nitritos en la elaboración queda en una situación complicada. Hasta el momento estos se usan de manera habitual y como parte esencial y es a partir de ahora cuando se siembra la polémica y los elaboradores deberán adaptar sus técnicas y la composición de sus productos.

4.2 CONTENIDO EN SAL

El NaCl (sal común) como hemos comentado anteriormente es un ingrediente esencial en productos cárnicos procesados, pero las tendencias en la fabricación de estos productos están tomando nuevas formulaciones con el objetivo de obtener productos más saludables. Según Terrell (1983), el contenido en sodio de productos cárnicos puede reducirse mediante la reducción o sustitución de NaCl por otros ingredientes y/o

alterando las técnicas de procesado. A pesar de que la reducción de sodio en productos cárnicos es posible desde un punto de vista tecnológico y sensorial (Askar et al., 1994; Gelabert et al., 2003; Gou et al., 1996; Kim et al., 1996), existe poca información sobre las ideas de los consumidores y sus sensaciones o percepciones hacia los productos cárnicos bajos en sal. Es por ello que pueda ser esta una oportunidad para los elaboradores de chistorra de colocar su producto como algo autóctono, diferenciado, de calidad y además más saludable cada día.

4.3 CONTENIDO EN GRASA

Las organizaciones de la salud de todo el mundo han promovido la opción de una dieta baja en grasas saturadas y colesterol, y un total de grasa moderado, como una medida de control de prevención de enfermedades cardiovasculares (AHA, 2000; USDA, 2000), que constituyen una de las principales causas de mortalidad en el mundo. Una de las principales estrategias ha sido la reducción del contenido en grasa y simultáneamente la adición de reemplazadores de grasa no-lipídicos o sustitutos para así minimizar los efectos en la textura (Jimenez-Colmenero et al., 2001). Mendoza et al., (2001) fabricaron embutidos con bajo contenido en grasa con diferente porcentaje de inulina. Estos productos daban resultados sensoriales mejores que aquellos que no contenían inulina pero peores que los productos altos en grasa. García et al., (2002) fabricaron embutidos con 6 y 10 % de grasa de cerdo y le añadieron cereal (trigo y avena) y fibra alimentaria de fruta (melocotón, manzana y naranja), a unas concentraciones de 1,5 y 3%. Los mejores resultados sensoriales fueron aquellos con un contenido en fibra de 1,5%.

Recientes estudios señalan que el interés ahora es buscar un perfil lipídico mas saludable y no una reducción de la grasa total alimentaria mediante el uso de otras sustancias. Para alcanzar esto, últimos estudios modifican la composición de la materia prima animal (cerdos) a través de un cambio en su dieta (CAST, 1991; Cava et al., 1997). Otra posibilidad es modificar la fracción lipídica a través de cambios en la formulación de los productos cárnicos. Se ensayo una sustitución parcial de la grasa de

cerdo por aceite de oliva en embutidos griegos (Bloukas et al., 1997) y también en chorizo de Pamplona (Muguerza et al., 2001). En el caso del chorizo se desarrollaron productos aceptables tecnológica y sensorialmente, alcanzando un 25% de sustitución de grasa de cerdo por aceite de oliva pre emulsionado con proteína de soja.

Así pues; hay evidencias de que hay líneas de investigación en la reducción del contenido de grasa y en buscar perfiles lipídicos mas saludables. Esto puede ser parte del futuro también de la chistorra, adaptando y estudiando las generalidades de los efectos en embutidos en su caso particular.

III. OBJETIVOS

OBJETIVOS

El Objetivo general del presente Trabajo Fin de Carrera es determinar la calidad de la chistorra de Navarra a partir de muestras que participaron en el VII concurso de Chistorra de Navarra (Pamplona, Abril 2012).

Los objetivos específicos son:

- Estudio de la calidad sensorial

Mediante la determinación de atributos organolépticos en la evaluación sensorial llevado a cabo el día del concurso. Además se ha estudiado el efecto del perfil profesional del juez sobre esta evaluación cara a mejoras futuras en la organización de este evento.

- Estudio de las características físico-químicas del producto

Se realizan determinaciones de las características físico-químicas tales como: color, textura, composición química, análisis microbiológico y composición de ácidos grasos. Esto tiene como objetivo definir los parámetros y atributos que definan de la manera mas objetiva la calidad de la chistorra.

- Estudio de la vida útil del producto

Se realiza un estudio que simula las condiciones comerciales y evalúa la evolución del color con producto fresco y producto descongelado para poder conocer la vida útil de la chistorra en ambas condiciones.

IV. MATERIAL Y METODOS

1. INTRODUCCION

El material empleado para este trabajo proviene del VII Concurso de Chistorra de Navarra celebrado el día 29 de Abril de 2012 en las instalaciones del Gremio de Carniceros. Fue allí donde se realizó la evaluación sensorial estudiada en el presente trabajo. Tras dicho concurso, se recogieron las muestras de las diez chistorras finalistas para continuar con los análisis correspondientes al desarrollo del trabajo en las instalaciones de la Universidad Pública de Navarra.

2. IDENTIFICACION DE LAS MUESTRAS

Con el objetivo de mantener el anonimato del elaborador de cada una de las chistorras presentadas al concurso y así favorecer una valoración objetiva, se identificaron las diferentes muestras con números de tres dígitos. Estos números se otorgaron a las 51 diferentes chistorras el día del concurso y solo la organización conoce la correspondencia de dichos números con sus elaboradores. Las notaciones numéricas se utilizarán a lo largo de todo el trabajo.

3. EVALUACIÓN SENSORIAL

Como se ha mencionado esta evaluación se desarrolló el día del concurso. El grupo encargado de esta evaluación estaba integrado por 15 personas, con perfiles heterogéneos que representan a todos los grupos de interés del producto. Entre ellos había carniceros, técnicos de la industria y del mundo académico, gastrónomos y periodistas. Éstos se repartían formando 5 secciones de tres integrantes cada una. A continuación se muestra un esquema que refleja las diferentes fases del concurso. (Figura 4).



Figura 4: Esquema del proceso de evaluación de las chistorras participantes en el VII concurso de Chistorra de Navarra

Inicialmente, en la primera fase se evaluaron 51 muestras de productos candidatos según su apariencia en crudo, separadas en cuatro grupos de 10 muestras y un grupo de 11 muestras. Cada uno de estos grupos de muestras se asignó a una sección de jurado, correspondiendo el grupo con 11 muestras a la sección 5. Cada miembro de la sección puntuó cada una de las muestras con un valor mínimo de 0 y un máximo de 20. La suma de las puntuaciones dadas por los tres panelistas dieron como resultado la nota en crudo de dicha muestra. En esta primera evaluación se eliminaron las dos muestras peor puntuadas de cada grupo, excepto en el caso del grupo 5º en el que fueron 3 muestras.

En la segunda fase y una vez eliminadas las 11 muestras de chistorra con peor valoración visual del producto crudo, se llevó a cabo una primera ronda de evaluación sensorial del producto cocinado con las 40 muestras restantes. Estas 40 muestras quedaron divididas también en 5 grupos de 8 muestras cada uno. Cada sección de jurado se encargó de uno de estos grupos. Las muestras fueron cocinadas con aceite de oliva y a fuego lento y las variables sensoriales a puntuar fueron: textura, sabor y aroma, sabor residual, ausencia de ternillas y color. Cada uno de estos parámetros fue puntuado por

cada miembro de la sección en una escala de 1 al 10 (siendo 1 la nota más baja y 10 la más alta). La suma de las notas dadas a cada variable sensorial dio como resultado la nota total del producto dada por un miembro de la sección. La suma de las notas de los tres miembros de cada sección originó la nota de dicha muestra. Para seleccionar las muestras finalistas se realizó la suma de la nota del aspecto visual en crudo obtenida en la primera ronda y la nota en cocinado. De esta manera se seleccionaron las dos muestras mejor puntuadas de cada una de las cinco secciones, generando un total de 10 muestras finalistas.

En la tercera y última fase se realizó la evaluación sensorial de las 10 muestras finalistas. Esta fase incluyó las cinco variables sensoriales de la cata anterior: textura, sabor y aroma, sabor residual, ausencia de ternillas y color. Cada muestra fue analizada por la totalidad de los miembros del jurado. La suma de las notas dadas por cada uno de los 15 miembros del jurado generó la nota final. La muestra con la puntuación más alta fue la ganadora del concurso navarro de chistorra 2012. También fueron galardonadas la segunda y tercera chistorra que consiguieron mayor puntuación.

4. ANALISIS INSTRUMENTAL

Una vez finalizado el concurso, se tomaron las muestras de cada una de las 10 chistorras finalistas y se llevaron a las instalaciones de la ETS de Ingenieros Agrónomos de la UPNA para llevar a cabo una serie de análisis instrumentales con el fin de estudiar distintos parámetros de calidad del producto.

4.1 COMPOSICION QUIMICA Y ANALISIS MICROBIOLOGICO

Se determinaron según los métodos oficiales de análisis de productos cárnicos (BOE 1979) y se llevaron a cabo por Laboratorios Laia S.L. Las muestras se enviaron a

las 24 horas del concurso tras haberse conservado en frío. Los parámetros químicos evaluados y los métodos empleados fueron los siguientes:

Humedad: Para determinar la humedad de las muestras se siguió el protocolo marcado por la norma ISO R-1442 y los Métodos Oficiales de Análisis de Productos Cárnicos (BOE 1979).

Proteína: Se determinó el contenido en proteína según el protocolo marcado por la norma ISO R-937 y los Métodos Oficiales de Análisis de Productos Cárnicos (BOE 1979).

Materia grasa: Para la determinación de la grasa de las muestras de chistorra se siguió el protocolo marcado por la norma ISO R-1443 y los Métodos Oficiales de Análisis de Productos Cárnicos (BOE 1979).

Hidroxiprolina: El contenido de hidroxiprolina se determinó de acuerdo con el método de Bergman y Loxley (1963) modificado por Bonnet y Kopp (1986).

Nitratos: Para determinar la cantidad de nitratos en las muestras se siguió el protocolo marcado por la norma ISO R-2918 y los Métodos Oficiales de Análisis de Productos Cárnicos (BOE 1979).

Presencia de listeria monocytogenes y salmonella: En el caso de los parámetros microbiológicos se siguieron los protocolos marcados por las normas ISO R-4833, ISO R-7218 e ISO R-6887.

4.2 EVALUACIÓN DEL COLOR

La medición de las coordenadas de color CIE L^* , a^* , b^* , C^* , H^* se realizó con un colorímetro Konica Minolta CR400 (λ : 400-700nm, $\Delta\lambda$: 10nm, D65, 10°), calibrado con patrones negro y blanco administrados por la empresa. Las mediciones se realizan siempre por quintuplicado en cada muestra de producto crudo. En el día del concurso, se midieron cada una de las 51 muestras participantes en el producto crudo.

En las diez muestras finalistas se estudió la evolución de las coordenadas de color a lo largo de un periodo de 10 días. Para ello, en un expositor frigorífico (4°C), cada muestra (aproximadamente 20cm de producto) se colocó en una bandeja de polietileno y se cerró la bandeja con un film transparente. Las mediciones se realizaron en los días +1, +3, +5, +8 y +10 desde el día del concurso. Las muestras estaban sometidas a un régimen de luz blanca de 10 horas diarias (de 8:00 am a 18:00 pm), intentando simular unas condiciones comerciales. Además una muestra de cada producto finalista se conservó del mismo modo pero sin sufrir ningún tipo de manipulación durante los 10 días del estudio.

Para evaluar el efecto de la congelación sobre el producto, muestras de cada una de las chistorras finalistas se congelaron el día del concurso y tras dos semanas de conservación a -18°C , se descongelaron (24h horas en cámara frigorífica a 4°C) y se les aplicó el mismo protocolo que siguieron las muestras conservadas en fresco. Los momentos de medida fueron +0, +2, +4, +7 y +9 días post descongelación que se corresponderían con los momentos +1, +3, +5, +8 y +10 en el producto fresco, respectivamente.

4.3 MEDIDA INSTRUMENTAL DE TEXTURA

Previamente al análisis instrumental de textura las muestras (aproximadamente 20cm de producto) se congelaron para su conservación a una temperatura de -18°C . Antes del ensayo se descongelaron las muestras durante 24h a 4°C . Para la realización de la medida instrumental de la textura se utilizaron dos métodos: el método de doble compresión y el método Warner Bratzler. Para ambos se empleó un texturómetro modelo TA-XT2i de Stable Micro Systems con su consola de mandos conectado a un ordenador IBM-compatible de Foxen, con microprocesador AutenticAMD-K6(tm) 3Dprocessor (Figura 5). Para el control del aparato y el procesado de los datos se ha utilizado el programa informático “Textura Expert” versión 1.22 para Windows (Stable Micro Systems, Surrey, UK).

Figura X.

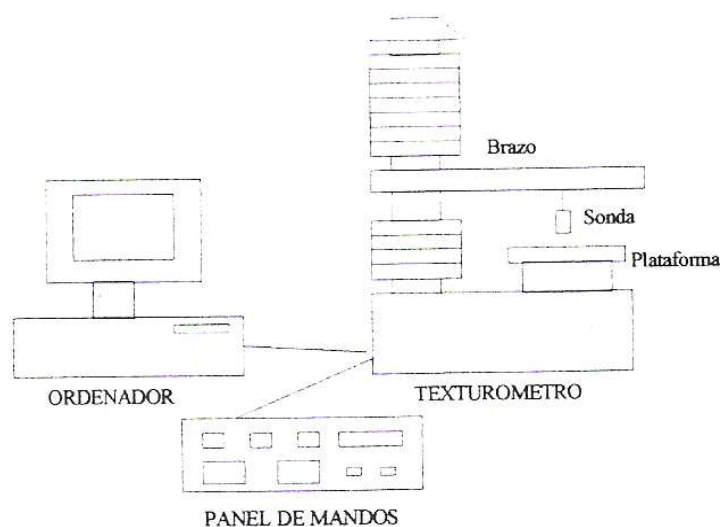


Figura 5: Esquema del equipo de medida de textura.

4.3.1 METODO WARNER BRATZLER

El método Warner Bratzler permite calcular la resistencia al corte de un producto (pico máximo de fuerza) y el esfuerzo necesario para romperlo (área debajo de la curva). Para la realización de esta medida se ha seguido el método descrito por Beltran y Roncales (2005) adaptado al producto. Se preparan muestras de 3cm de longitud que se evaluarán en fresco. Además, se mide el diámetro de cada una de las muestras pues se tendrá en cuenta a la hora de analizar los datos obtenidos. Para este ensayo, el texturómetro tiene una célula de carga de 5 Kg y la pieza de corte utilizada ha sido la denominada “Cizalla” (Figura 6). La cizalla se enrosca a un brazo que tiene movimiento ascendente y descendente que puede ser controlado desde el panel de mandos. Al realizar el ensayo, aplica una velocidad constante de 1,7 mm/s. Se hicieron 2 repeticiones para cada muestra.

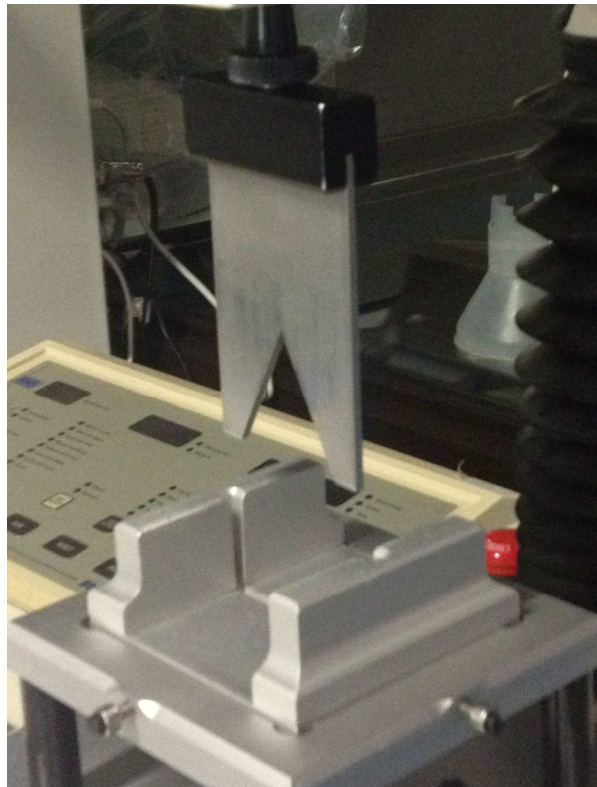


Figura 6: Pieza de corte denominada “cizalla”.

Las variables obtenidas con el método Warner Bratzler fueron las siguientes (Figura 7):

Fuerza máxima (g) : valor máximo de fuerza de la grafica donde se supone se produjo el corte y que representa la resistencia que el producto ejerce a ser cortado.

Área (g mm): área que queda encerrada bajo toda la curva y que se corresponde al trabajo total realizado o lo que es lo mismo, el esfuerzo necesario para cortar el producto.

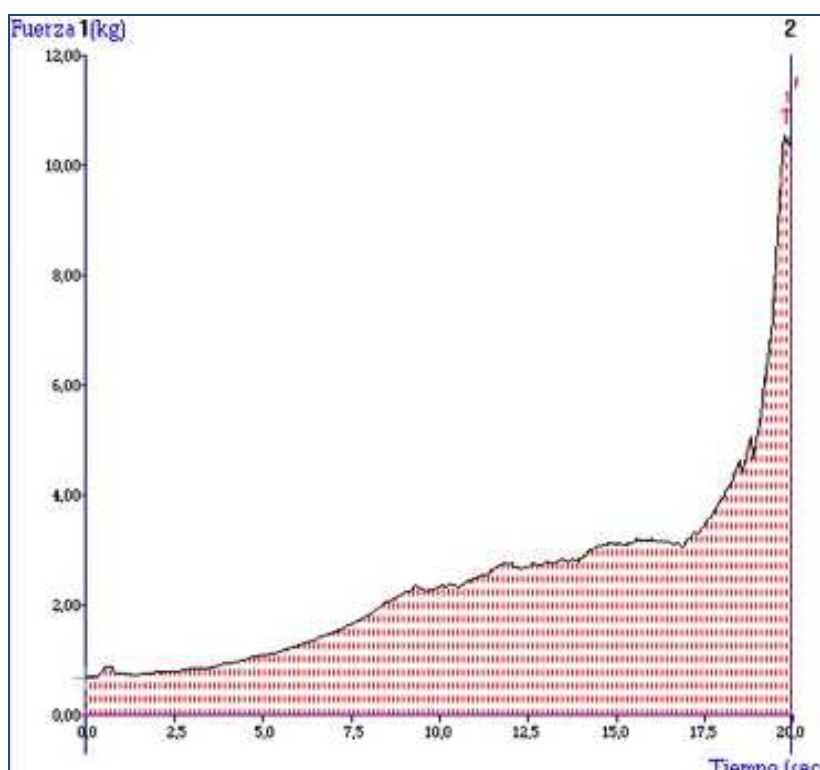


Figura 7: Gráfico obtenido al realizar un test de textura de Warner Bratzler

4.3.2 MÉTODO DOBLE COMPRESIÓN

El texturómetro tiene una célula de carga de 5 Kg y la pieza de compresión utilizada ha sido la denominada “LePetit” (Figura 8) siendo este el nombre de su inventor y creador. Al igual que en el método anterior, la sonda se enrosca a un brazo que tiene movimiento ascendente y descendente que puede ser controlado desde el

panel de mandos. Se preparan muestras de 3cm de longitud que se evaluarán en fresco. Se coloca una muestra de altura conocida (diámetro de la chistorra) y se introduce dicho valor al programa informático que controla el ensayo. La sonda incide sobre el producto con una velocidad de bajada constante (2,5 mm/s) inicialmente solo hasta el 50% de la altura del producto. Tras esto, asciende hasta volver a su posición inicial y nuevamente y a la misma velocidad vuelve a descender ejerciendo de nuevo presión sobre el producto. Se realizan 2 repeticiones para cada muestra (Bourne, 1978).



Figura 8: Pieza de compresión.

Las variables estudiadas con el método de doble compresión son las siguientes (Figura 9):

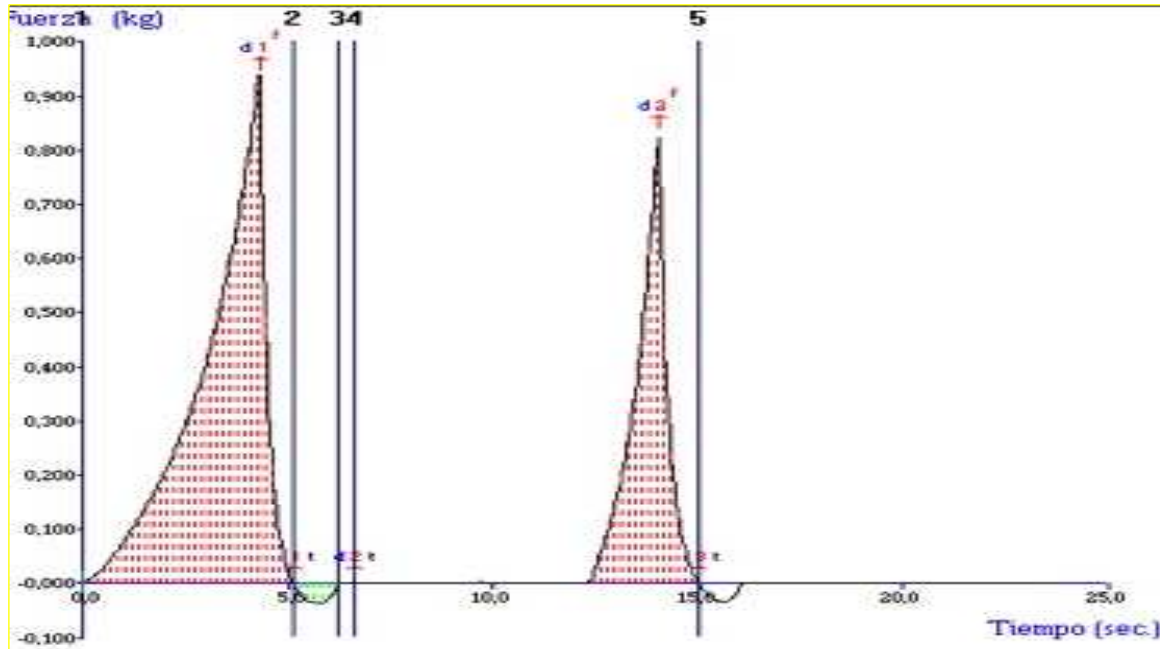


Figura 9: Gráfico obtenido al realizar un test de textura de doble compresión: Variables consideradas en el ensayo.

Las variables de interés que se obtiene en el test son las siguientes: Fuerza 1 (g), Fuerza 2 (g), Distancia 1 (mm), Distancia 2 (mm), Distancia 3 (mm), Área 1:2 (g mm), Área 2:3 (g mm), Área 4:5 (g mm), Tiempo 1 (s), Tiempo 2 (s), Tiempo 3 (s) y Diferencia tiempo 4:5 (s)

Mediante la combinación de las variables obtenidas con el método de doble compresión se obtienen los siguientes parámetros (Bello, 2000):

- Dureza: Fuerza necesaria para conseguir en el alimento una deformación determinada. Calculada como la Fuerza 1.

- Adhesividad: Trabajo necesario para vencer las fuerzas atractivas entre las superficies de los materiales de un alimento puesto en contacto. Calculada como $\text{Área } 2:3$.
- Cohesividad: Fortaleza que mantiene unidos los enlaces internos que existen entre las distintas partículas que integran un alimento. Calculada como $\text{Área } 4:5 / \text{Área } 1:2$.
- Elasticidad: Velocidad a la que un alimento, deformado por una fuerza externa, recupera su condición inicial una vez que ha desaparecido la acción de dicha fuerza. Calculada como $\text{Distancia } 3 / \text{Distancia } 1$.
- Gomosidad: Energía requerida para desintegrar un alimento semisólido hasta una situación que sea apta para su deglución. Calculada como el producto de la Dureza y la Cohesividad.
- Masticabilidad: Energía requerida para masticar un alimento sólido y convertirlo en una forma o situación, adecuada para su deglución. Calculada como el producto de la Gomosidad y la Elasticidad.

4.4 DETERMINACIÓN DEL PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS.

Para la determinación del perfil de ácidos grasos de las muestras, se extrajo la grasa mediante el proceso de extracción y metilación de Whittington et al. (1986) al que se aplican las modificaciones de Aldai et al. (2005).

• 4.4.1 EXTRACCIÓN

Las muestras que se descongelaron durante 24 horas en una cámara frigorífica a una temperatura de 4 °C. Una vez descongeladas se eliminó la tripa o intestino y la muestra se trituró. Se pesaron por duplicado 0,5 gramos de cada una de las muestras a analizar en tubos falcon de plástico de 50 ml. Se añadió a cada uno de ellos 100µl del patrón interno (C23:0ME) cuya concentración es de 10mg/ml, además de 6 ml de una

solución saponificable (KOH al 5M). Se pasaron los tubos 10 segundos aproximadamente por corriente de aire de N_2 y se agitaron durante 10 minutos. Tras esto, se colocaron al baño maría a 60°C durante 60 minutos.

Se diluyeron las muestras con 12 ml de NaCl al 0,5% y se añadieron 5ml de éter de petróleo. Tras agitar suavemente durante 5 minutos se añadieron 500µl de etanol absoluto a la capa superior y se centrifugó a 800g durante 5 minutos a 20°C con el fin de separar las capas. Con una pipeta pasteur se quitó la capa de superior (transparente) que se corresponde a la fracción donde se encuentran los ácidos grasos no saponificables (colesterol, esteroides...etc.). Para neutralizar el KOH se añadieron 3ml de ácido acético glacial comercial y se agitó suavemente de forma manual. Tras 5 minutos se añadieron 5ml de éter de petróleo y se agitó durante 10 minutos. Se añadieron 500µl de etanol absoluto a la capa superior y se centrifugó a 800g durante 5 minutos a 20°C con el fin nuevamente de separar las fracciones. Esta vez la capa superior contiene los ácidos grasos saponificables y por ello se recogió y transfirió esta capa a tubos de cristal pyrex. El volumen de estas muestras se redujo a la mitad mediante corriente de N_2 a muy baja presión y temperatura de 40°C. Se añadieron 5ml de éter de petróleo y se agitó durante 5 minutos. Se repitió la parte final del procedimiento, añadiendo 500µl de etanol absoluto a la capa superior y centrifugando a 800g durante 5 minutos a 20°C. Se recogió la parte de ácidos grasos saponificables que interesa y se añadió a la recogida anteriormente para finalmente reducir el volumen de la muestra a la mitad bajo una corriente de N_2 a muy baja presión y 40°C. Por último se añadieron 100µl de 2,2 dimethoxypropane a cada uno de los tubos con las muestras y se agito durante 2 minutos. Se congelaron las muestras hasta el momento de la metilación.

4.4.2 METILACIÓN

Se descongelaron las muestras de ácidos grasos saponificados (congeladas tras la extracción) y se sometieron a corriente de N_2 aproximadamente 20 minutos a muy baja presión y 40°C con el fin de reducir su volumen. Quedó un residuo en el fondo que a

40°C era líquido y al enfriarse pastoso. Se anotó el peso de cada uno de los tubos para calcular la cantidad total del contenido del extracto lipídico. Se disolvió con 1 ml de una mezcla de metanol:tolueno (2:1) y se agitó durante 5 minutos. 120 µl de diazometano fueron añadidos a cada una de las muestras, se agitó suavemente y se dejó actuar a 40°C durante 10 minutos. Se volvieron a concentrar las muestras bajo corriente de N₂ a 40°C, aproximadamente 20 minutos. Posteriormente se añadieron 2ml de n-hexano a cada tubo, el cual debe contener 50ppm de BHT y se agitó durante 5 minutos. Se transfirió 1,5 ml de cada muestra a tubos eppendorf previamente identificados y se centrifugó a 20000g durante 5 minutos. Las muestras se transfirieron a viales de cristal y se guardaron a -20°C hasta el momento del análisis cromatográfico.

4.4.3 ANALISIS CROMATOGRAFICO

Previamente al análisis cromatográfico, las muestras de ácidos grasos extraídas y metiladas se diluyeron en n-hexano en proporción 1:10. Con esto se consigue que los picos de los ácidos grasos mayoritarios obtenidos en el cromatograma disminuyan su tamaño y enmascaren los picos de los ácidos grasos minoritarios. El análisis de los ácidos grasos se lleva a cabo a través de un cromatógrafo de gases de ionización (Agilent Technologies 7890A GC System) conectado a un inyector (Agilent Technologies 7683B Series). La separación de los ácidos grasos ocurre en una columna capilar de 60m x 0.25 mm I.D., 0.25 µm) (HP 19091N-136, glicol de polietileno reticulado, Hewlett-Packard). La rampa de temperatura diseñada para la separación de los ésteres metilados de las ácidos grasos fue:

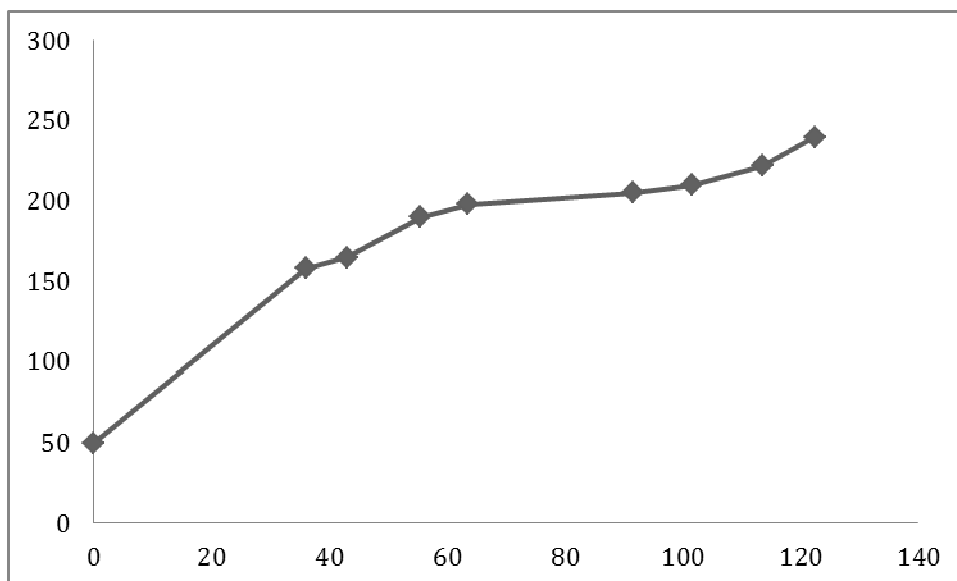


Figura 10: Velocidad de aumento de temperatura Temperatura inicial 50°C; Aumenta 3°C/min entre 50 y 158°C; 1°C/min entre 158 y 165°C; 2°C/min entre 165 y 190°C; 1°C/min entre 190 y 198°C; 0,25°C entre 198 y 205°C; 0,5°C/min entre 205 y 210°C; 1°C/min entre 210 y 222°C y 2°C/min entre 222 y 240°C.

La temperatura del detector fue 240 °C; la temperatura del inyector fue 255 °C; el gas portador fue el helio a un modo de inyección ml/min y sin división. La identificación de los ácidos grasos se lleva a cabo mediante la comparación del tiempo de retención relativo de los picos de las muestras con los tiempos de patrones puros de los ácidos grasos metilados adquiridos a la empresa NuCheck Prep. Inc. Los resultados de la cantidad de ácidos grasos se expresan como porcentaje de área de la superficie total detectada (mg. ácido graso / 100 mg. ácidos grasos totales).

5. ANALISIS ESTADISTICO

Para estudiar que parámetros medidos instrumentalmente y sensorialmente **que** determinan que una chistorra presentada al concurso pase o no una ronda de cata, se analizaron los resultados según el siguiente modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + C_j + \varepsilon_{ijk}$$

Y_{ijk} representa la observación del carácter analizado.

μ representa la media de la población.

C_j representa el hecho de que una chistorra pasé de ronda en la cata sensorial o no, donde $i = 1$, pasa de ronda, ; $i = 2$, no pasa de ronda

ε_{ijk} representa el error asociado a cada observación

En la primera fase, evolución visual del producto crudo, este modelo se utilizó en el estudio de las coordenadas de color L^* , a^* , b^* , C^* y H^* .

En la segunda fase, evolución sensorial de las 40 chistorras que pasaron la evolución visual, este modelo se utilizó en el estudio de las variables sensoriales consideradas en esta el análisis sensorial (textura, sabor y aroma, sabor residual, ausencia de ternillas, color visual del producto cocinado, color visual del producto crudo y nota total) y de nuevo en las coordenadas de color L^* , a^* , b^* , C^* y H^* .

Se han calculado los coeficientes de correlación de Pearson para estudiar la relación existente entre las puntuaciones obtenidas por las diez chistorras finalistas en la última cata y las variables obtenidas en de la determinación de compasión del producto por métodos químicos (humedad, proteína, grasa, hidroxiprolina o colágeno total y nitratos), el perfil de ácidos grasos determinado por cromatografía de gases, las coordenadas de color L^* , a^* , b^* , C^* y H^* y los parámetros obtenido mediante los test de textura instrumental: corte con la cizalla Warner Bratzler (fuerza y trabajo) y un test de doble compresión (adhesividad, cohesividad, elasticidad, gomosidad, masticabilidad y dureza).

V. RESULTADOS Y DISCUSION.

1. EVALUACION SENSORIAL POR EL COMITÉ DE EXPERTOS EN EL VII CONCURSO DE LA CHISTORRA DE NAVARRA.

1.1 FASE DE PRESENTACION (CHISTORRA CRUDA)

En una primera prueba sensorial, de las 51 piezas presentadas, cada uno de los cinco grupos de catadores eliminó 2 chistorras de las diez que tenían que evaluar por su aspecto crudo, excepto un grupo de catadores que eliminó tres candidatas de las once que debían evaluar. Así pues; 40 chistorras pasaron a la segunda fase que consistía en una evaluación sensorial del producto cocinado.

La evaluación se realizó asignando una nota para el conjunto del producto y no para los atributos por separado, por tanto, no se ha podido analizar la existencia de relación entre las medidas de color en crudo y dichos atributos sensoriales. Si hubiese sido así podríamos haber analizado la importancia que tiene el color en la percepción de calidad del comité.

1.2 FASE DE EVALUACION DE LA CHISTORRA COCINADA

Las 40 chistorras que superaron la evaluación visual en crudo se cocinaron y se evaluaron sensorialmente. Hubo cinco grupos de cata, formados por 3 catadores cada uno. Cada grupo de cata evaluó ocho chistorras, pasando a la final las dos chistorras de cada grupo que presentaron una puntuación total mayor. En cuanto las variables sensoriales analizadas, las chistorras que pasaron a la final presentaron una mejor textura, aroma, sabor y color del producto cocinado, y una menor presencia de ternillas (colágeno) ($p < 0,001$). También presentaron una mayor nota de color visual del producto crudo ($p < 0,05$) (Tablas 1 y Figura 11).

Tabla 1: Valores de los atributos sensoriales de las chistorras finalistas (10) frente a las no finalistas (30).

	No finalista (n=30)		Finalista (n=10)	
	media	±ES	media	±ES
Textura	6,04	±0,13	8	±0,23
Sabor y aroma	5,72	±0,14	7,46	±0,25
Sabor residual	5,54	±0,14	7,2	±0,24
Ausencia ternillas	6,53	±0,14	8	±0,25
Color	6,44	±0,14	8,1	±0,24
Nota visual crudo	14,57	±0,25	15,83	±0,43
Total cocinado	30,28	±0,56	38,76	±0,96

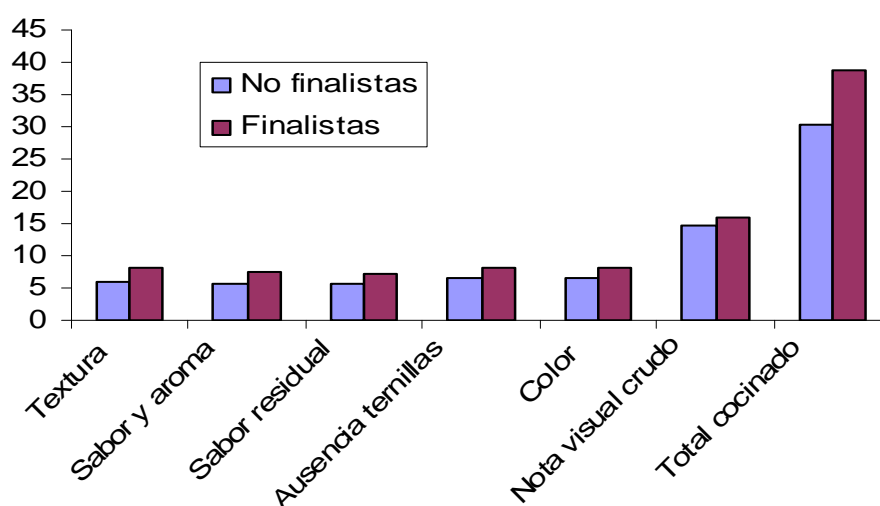


Figura 11: Representación gráfica de las notas sensoriales de las chistorras finalistas (10) frente a las no finalistas (30).

1.3 FASE FINAL

Las diez chistorras con mayor puntuación en la primera evaluación sensorial, pasaron a una fase final de cuyo resultado se obtuvieron la chistorra ganadora y las dos

finalistas (Tabla 2 y Figura 12). En esta cata final, todos los panelistas evaluaron las diez chistorras. Resulto ganadora la chistorra identificada con el número 223 (642,5 puntos totales), seguida de las chistorras identificadas con los números 428 (570 puntos totales) y 523 (564 puntos totales). Como se observa en la Tabla 2, la chistorra 223 fue la que presentó mejores puntuaciones en todos los parámetros evaluados.

Tabla 2: Puntuación sensorial final de las 10 chistorras finalistas.

Chistorra	Textura	Sabor y aroma	Sabor residual	Ausencia ternillas	Color	Suma total
115	108	98	90	100	107	503
523	123	103	99	115	124	564
380	117	101	98	119	126	561
490	110	100,5	95,5	117	117	540
223	128,5	129	127	132	126	642,5
255	93	84,5	85,5	106	88,5	457,5
124	100	90,5	90,5	106	104	491
428	119	109	104	118	120	570
103	95	86	84	105	108	478
411	114	106,5	102	117	101	540,5

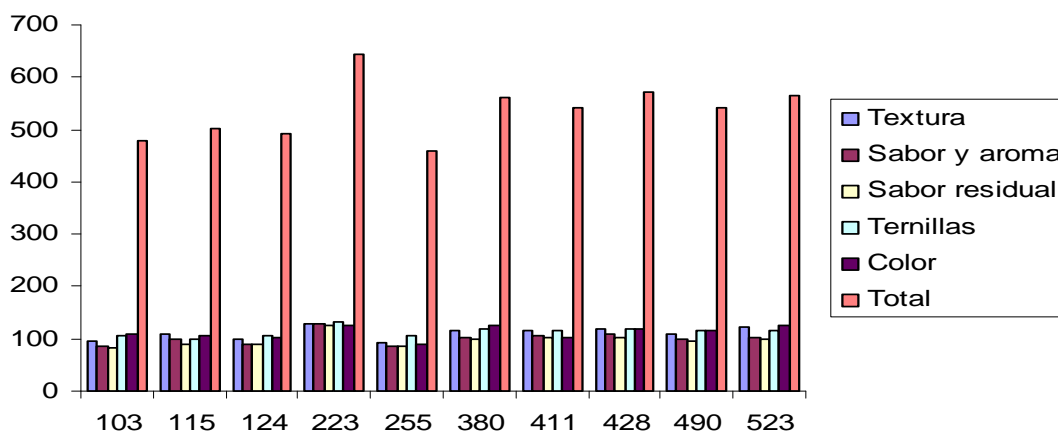


Figura 12: Representación grafica de los resultados de los atributos sensoriales de las 10 chistorras finalistas.

1.4 ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DEL PANEL DE CATADORES.

El panel de cata del concurso estuvo formado por 15 personas relacionadas con la gastronomía, la restauración, la industria, el gremio de carniceros, el mundo académico o el periodismo. La calidad de la carne y sus derivados viene determinada por sus propiedades, que son percibidas por los sentidos: color, textura, jugosidad y flavor, que son difíciles de evaluar en una aproximación visual y que están ligados a la subjetividad humana, pudiendo variar en función de factores geográficos, comerciales y psicológicos y que contribuyen a la calidad subjetiva o de imagen del producto, afectando todos ellos a la percepción y aceptabilidad (Verbecke et al., 2004). Por todo ello, se estudia el efecto que pueda tener el perfil profesional del catador sobre su valoración.

En la tabla 3 se muestran los catadores o expertos que formaron cada grupo de cata y sus correspondientes perfiles profesionales en relación con el producto.

Tabla 3: Listado de catadores y descripción de su relación con el producto.

CATADOR	Grupo de cata	Perfil 1	Perfil 2
ALEX MUGICA	1	Cocinero	No elaborador
ANGELA SABALZA	1	Técnico	No elaborador
EUSEBIO PEDROARENA	1	Carnicero	Elaborador
FCO.JAVIER GOÑI	2	Carnicero	Elaborador
DAVID YARNOZ	2	Cocinero	No elaborador
DANIEL MENDIOROZ	2	Técnico	Elaborador
LUIS ANGEL GARCIA	3	Técnico	Elaborador
MIRENTXU ALZUETA	3	Técnico	Elaborador
IÑAKI IDOATE	3	Cocinero	No elaborador
JESUS GALAR	4	Técnico	Elaborador
ANTONIO DE MIGUEL	4	Carnicero	Elaborador
HELENA BM	4	Periodista	No elaborador
MARIA JOSE BERIAIN	5	Técnico	No elaborador
MANUEL SAROBE	5	Periodista	No elaborador
PATXI GOIKOETXEA	5	Técnico	Elaborador

En la tabla 4 se muestran los resultados de la evaluación sensorial de las 10 chistorras finalistas correspondientes a los cinco diferentes grupos de cata. En principio, cada panelista evaluaría independientemente cada muestras, pero inevitablemente, dentro de un grupo los catadores comentaban entre ellos las características de cada chistorra, consensuando los valores que cada panelista anotaba en su ficha de valoración.

Tabla 4: Medias y errores típicos (ES) de las variables analizadas en las chistorras finalistas para cada una de las secciones de cata.

	Secciones de Expertos					ES	Significacion
	1	2	3	4	5		
Textura	5,042a	6,54bc	7,17bc	7,63c	6,29ab	±0,32	***
Sabor y aroma	4,08a	6,38bc	6,71bc	7,50c	6,13b	±0,32	***
Sabor residual	3,79a	6,25b	6,54b	7,17b	6,04b	±0,31	***
Ausencia ternillas	4,83a	8,58d	7,04bc	7,96cd	6,08b	±0,31	***
Color	5,00a	7,25bc	7,54c	8,29c	6,21ab	±0,31	***
Total cocinado	22,75a	35,00bc	35,00bc	38,54c	30,75b	±1,32	***

*** $p \leq 0,001$

Cuando se comparan los resultados entre grupos (Tabla 4), se comprueba que el grupo 1 (cocinero-técnico-carnicero) fue el más exigente al puntuar las muestras con los valores mas bajos en todos los atributos del producto. El siguiente grupo más exigente fue el número cinco, con 7 puntos de diferencia respecto del grupo 1. Las demás secciones dieron mas de 12 puntos que el grupo 1 en la valoración total. Estos resultados ponen de manifiesto que los expertos manejan diferentes escalas de valor a la hora de evaluar el producto y convendría homogeneizar tanto la magnitud como la escala para futuras evaluaciones y trabajos.

En la tabla 5 se muestran los resultados de la evaluación sensorial de las 10 chistorras finalistas en función de un perfil profesional que diferencia a los “elaboradores” del producto (carniceros y fabricantes) de los “no elaboradores” (cocineros, periodistas y gastrónomos).

Previo al estudio de los perfiles “elaborador” y “no elaborador” hubo un intento de comparar los catadores según su perfil profesional: cocineros, carniceros, periodistas y técnicos. En este caso no hubo diferencias entre grupos, los perfiles no afectaban a la percepción y valoración.

Tabla 5: Media y errores típicos (ES) según el perfil profesional (no elaboradores y elaboradores) de los atributos de la fase final.

	Grupo de catadores				Significación
	Elaboradores		No elaboradores		
	media	±ES	media	±ES	
Textura	6,742	±0,224	6,310	±0,232	+
Sabor y aroma	6,403	±0,244	5,897	±0,252	+
Sabor residual	6,177	±0,241	5,724	±0,249	+
Ausencia ternillas	7,274	±0,25	6,500	±0,259	*
Color	7,016	±0,241	6,69	±0,249	ns
Total cocinado	33,613	±1,057	31,121	±1,093	+

* $p \leq 0,05$; + $p \leq 0,1$; ns $p > 0,05$

Al comparar las puntuaciones que dieron ambos grupos (Tabla 5), se comprueba que el grupo con perfil “no elaborador” fue más exigentes que los que se pueden considerar elaboradores. No hubo grandes diferencias como se observa en la tabla 5 pero si alguna tendencia ($p \leq 0,1$) los catadores que pueden clasificarse como “no elaboradores” puntuaron con notas más bajas todas las variables sensoriales. Si se analiza los componentes de cada grupo de expertos, se puede comprobar que en los grupos 1 y 5 hubo 2 panelistas no elaboradores y uno elaborador, mientras que el resto de grupos la relación fue la inversa, lo que podría explicar que los grupos 1 y 5 fueran los más exigentes a la hora de evaluar las muestras.

Este resultado podría servir a la hora de constituir los grupos de cata en próximos concurso, para asegurar un equilibrio entre panelistas que puedan considerarse como consumidores y aquellos que puedan considerarse como fabricantes. Otras posibilidades para minimizar el efecto “grupo de cata”, serían realizar un entrenamiento previo a la cata de los panelistas o bien introducir muestras control entre las chistorras a concurso para poder corregir las notas dadas por los catadores.

2. MEDIDAS ANALITICAS COMPLEMENTARIAS

Con el fin de determinar la relación entre los atributos sensoriales y otras propiedades de la chistorra como su composición, se recogieron muestras de los diez productos finalistas y se trasladaron a la Universidad Pública de Navarra para la realización de los análisis.

2.1 ESTUDIO DEL COLOR

2.1.1 CARACTERIZACIÓN DEL COLOR Y SU RELACION CON LA CALIDAD SENSORIAL.

Las características de color de las 51 chistorras inscritas en el VII Concurso de chistorra de Navarra se muestran a continuación en la tabla 6 y la figura 13 divididas en dos grupos: las 40 chistorras que pasaron a la evaluación del producto cocinado y las 11 chistorras que resultaron eliminadas en la fase de presentación o evaluación del producto crudo por su aspecto visual.

Tabla 6: Medias de las coordenadas de color L*, a*, b*, C* y H* de las 40 chistorras que pasaron a la segunda fase y las 11 chistorras que fueron eliminadas en la fase de presentación (en crudo).

	Chistorras no eliminadas (n=40)		Chistorras eliminadas (n=11)		Significación
	media	±ES	media	±ES	
L*	46,50	±0,27	44,5	±0,51	***
a*	28,79	±0,20	27,33	±0,38	***
b*	30,47	±0,31	28,98	±0,60	*
C*	42,02	±0,31	39,97	±0,59	**
H*	46,48	±0,30	46,31	±0,56	ns

*** $p \leq 0,001$; ** $p \leq 0,01$; * $p \leq 0,05$; + $p \leq 0,1$; ns $p > 0,05$

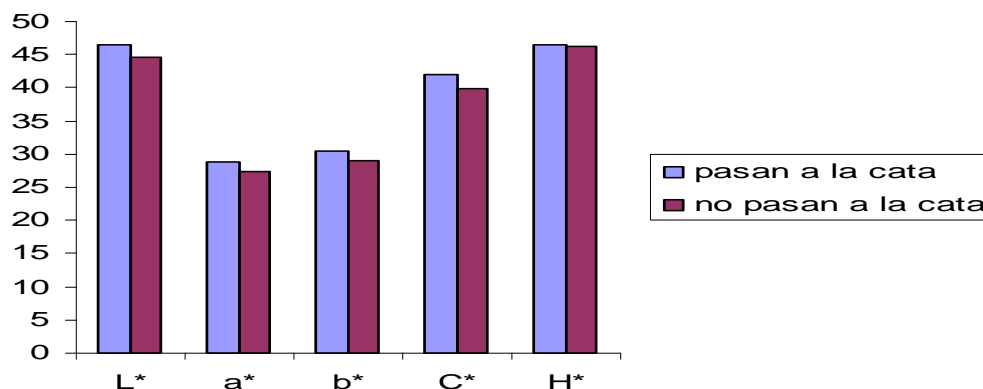


Figura 13: Representación grafica de las coordenadas de color L*, a*, b*, C* y H* de las 40 chistorras que pasaron a la segunda fase frente a las 11 chistorras que fueron eliminadas en la fase de presentación (en crudo).

Como se puede comprobar en la Tabla 6, las chistorras eliminadas por su aspecto en la fase de presentación (en crudo) mostraron un menor valor de las coordenadas L*, a* y b*. Es decir, las chistorras que pasaron a la cata sensorial del producto cocinado, resultaron ser más luminosas (L*) y con mayor intensidad de tono rojo (a*) y amarillo (b*). Los jueces diferenciaron las chistorras por su aspecto en crudo y estas diferencias se cuantificaron instrumentalmente mediante las coordenadas de color.

En la tabla 7 y la figura 14, se recogen los valores de las coordenadas de color del grupo de las 10 chistorras finalistas frente a las 30 chistorras que no pasaron a la fase final. La tabla 8 recoge los coeficientes de correlación entre las variables sensoriales evaluadas en al cata del producto cocinado y las variables de color (L*, a* y b*) del producto crudo.

Como se observa la tabla 7, las diferencia entre los grupos de chistorras fueron pequeñas y además no se observó ninguna relación estadística entre las coordenadas de color y las variables sensoriales consideradas en la cata del producto cocinado, ni siquiera con la evaluación visual del producto crudo (Tabla 8).

Tabla 7: Medias de las coordenadas de color L*, a*, b*, C* y H* de las 10 chistorras que pasaron a la fase final y las 30 chistorras que fueron eliminadas en la segunda fase.

	No finalistas (n=30)		Finalista (n=10)		Significación
	media	±ES	media	±ES	
L*	46,5	±0,30	46,46	±0,52	ns
a*	29,05	±0,23	28	±0,41	*
b*	30,47	±0,34	30,44	±0,59	ns
C*	42,21	±0,34	41,43	±0,60	ns
H*	46,18	±0,32	47,35	±0,55	+

* $p \leq 0,05$; + $p \leq 0,1$; ns $p > 0,05$

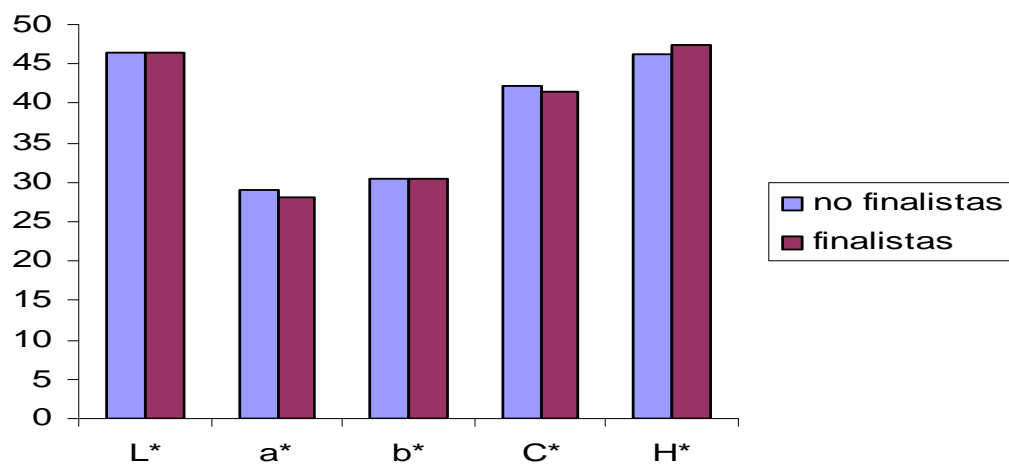


Figura 4: Representación grafica de las coordenadas de color L*, a*, b*, C* y H* de las 10 chistorras que pasaron a la fase final y las 30 chistorras que fueron eliminadas en la segunda fase.

Tabla 8: Coeficientes de correlación de Pearson (r) entre las variables analizadas en la primera ronda de evaluación sensorial del producto cocinado y las coordenadas de color L*, a*, b*, C* y H* tomadas el día del concurso en el producto crudo (n=40).

	L*	a*	b*	C*	H*
Textura	-0,064	0,056	-0,039	0	-0,075
Sabor y aroma	0,058	0,139	0,131	0,166	0,008
Sabor residual	0,045	0,109	0,113	0,135	0,018
Ausencia ternillas	0,13	0,135	0,176	0,191	0,051
Color	-0,015	0,245	0,097	0,194	-0,099
Total cocinado	0,036	0,151	0,107	0,153	-0,02
Nota visual cruda	0,057	0,286	0,153	0,25	-0,076
Nota TOTAL	0,047	0,213	0,135	0,203	-0,04

2.2 ANALISIS INSTRUMENTAL DE LA TEXTURA

Se realizó un análisis textura instrumental por los métodos de resistencia al corte con cizalla Warner-Brazthler (Tabla 9 y figura 15) y de doble compresión (Tabla 10). El primer método permite medir la resistencia que presenta el producto a ser cortado (fuerza de corte). El segundo método permite obtener los distintos parámetros que constituyen el perfil de textura del producto: dureza, adhesividad, cohesividad, elasticidad, gomosidad y masticabilidad. Como puede comprobarse, de las tres chistorras mejor valoradas, sólo destacan la ganadora (223) y la chistorra 523 en la resistencia al corte medida con la cizalla Warner- Brazthler (Tabla 9). Del resto de variables de textura (Tabla 10), no se puede sacar ninguna conclusión que esté en concordancia con los resultados obtenidos sensorialmente.

Existen diversos trabajos sobre el proceso de elaboración de este tipo de embutidos curados que recogen que la textura y el sabor son los factores críticos en la apreciación de la calidad de este tipo de productos y que la cantidad y la calidad de la grasa afecta a las características sensoriales del producto final (Durand, 2002; Lopez de la Torre y Carballo, 1991; Hadorn et al., 2008)

Tabla 9: Resistencia al corte por una cizalla Warner-Brazthler de las chistorras finalistas. Valores obtenidos por cada chistorra, media, desviación estándar (DE) y coeficiente de variación (CV).

Chistorra	Fuerza WB(g)
103	4290,79
115	5374,12
124	4384,9
223	7909,99
255	6402,02
380	5141,51
411	3494,2
428	3015,88
490	3636,31
523	6862,3
Media	5051,20
DS	1597,94
CV	31,63

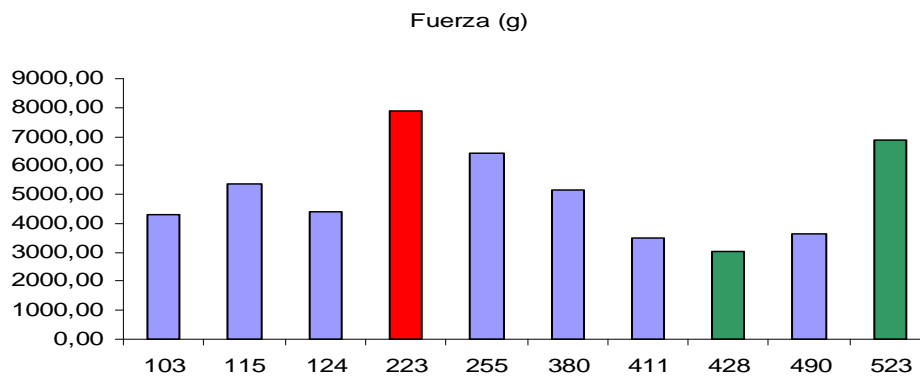


Figura 15: Representación gráfica de los resultados obtenidos del análisis de resistencia al corte con cizalla Warner-Brazthler . Se identifican la chistorra ganadora (rojo) y las dos finalistas (verde).

Tabla 10: Perfil de textura de las 10 chistorras finalistas por el método de la doble compresión.

Chistorra	Dureza (g)	Adhesividad	Cohesividad	Elasticidad	Gomosidad	Masticabilidad
103	942,9	-151,92	0,41	1	385,65	385,76
115	739,3	-176,5	0,3	1,01	220,49	222,3
124	1457,35	-154,8	0,36	1,01	527,25	531,45
223	1074,08	-86,41	0,3	1,01	323,03	325,5
255	1622,87	-46,15	0,4	1	643,21	645,09
380	1770,21	-28,86	0,35	1,01	619,59	622,48
411	880,29	-220,37	0,33	1,01	285,62	287,97
428	1113,87	-62,45	0,31	1,01	346,34	349,41
490	951,42	-113,41	0,27	1,01	257,76	259,6
523	1582,65	-157,86	0,36	1	570,53	570,59
Media	1213,49	-119,87	0,34	1,01	417,95	420,02
DE	362,16	62,52	0,05	0,00	157,75	157,79
CV	29,84	-52,15	13,37	0,48	37,74	37,57

Tal y como refleja la Tabla 11, las variables de textura calculadas instrumentalmente no son capaces de reflejar las diferencias encontradas entre las muestras por los catadores. Únicamente la cohesividad presenta cierta relación con la evaluación sensorial (Tabla 11). Esto podría indicar que los catadores tienen en mente un producto ideal que se caracteriza por la facilidad para separar los distintos componentes (grasa y magro). Así, el producto en el que se separa sus ingredientes más fácilmente (menos cohesivo), es el que se valora mejor. La cohesividad del producto afecta no sólo a la nota de textura que dan los catadores, sino al resto de parámetros sensoriales. De este hecho se puede deducir que los panelistas no pueden definirse como catadores entrenados, aunque sean conocedores del producto, ya que no son capaces de hacer una evaluación independiente de los parámetros sensoriales, sino que la evaluación que hacen de un parámetro está influenciada por la evaluación que hacen de los otros parámetros.

Tabla 11: : Coeficientes de correlación de Pearson (r) entre las variables analizadas en la evaluación sensorial de los productos finalistas y la variables obtenidas en un test instrumental de doble compresión (dureza (g), cohesividad, gomosidad y masticabilidad) y de resistencia al corte con el test Warner Bratzler (fuerza, (g)).

	Dureza	Adhesividad	Cohesividad	Elasticidad	Gomosidad	Masticabilidad	Fuerza
Textura	-0,013	0,085	-0,604+	0,285	-0,212	-0,212	0,275
Sabor y aroma	-0,226	0,078	-0,666*	0,457	-0,402	-0,4	0,295
Sabor residual	-0,107	0,159	-0,550+	0,403	-0,272	-0,27	0,372
Ausencia ternillas	0,076	0,33	-0,458	0,254	-0,1	-0,099	0,249
Color	0,091	0,262	-0,446	0,056	-0,093	-0,093	0,177
Total cocinado	-0,047	0,19	-0,596+	0,319	-0,242	-0,241	0,298

2.3 ANALISIS QUIMICO DE LAS CHISTORRAS

En la Tabla 12 se muestran la composición de las chistorras medida por métodos químicos. Como puede comprobarse, las tres chistorras ganadoras presentan un contenido medio, ni alto ni bajo de los ingredientes analizados; especialmente las chistorras 223 y 523. Cuando se estudia la relación entre la composición química y los resultados del análisis sensorial se puede comprobar (Tabla 13) que no existe una relación entre la composición química y la valoración sensorial, excepto entre el contenido en colágeno (contenido en hidroxiprolina) y la nota del contenido en ternillas, de manera que aquellas chistorras con alto contenido en hidroxiprolina obtuvieron una calificación menor en contenido de ternillas. Cabe destacar que las tres chistorras ganadoras se caracterizaron por presentar la relación mas alta de grasa/hidroxiprolina. Se aprecia que las tres muestras finalistas presentan un mayor contenido en grasa y a su vez un menor contenido en hidroxiprolina que el valor medio del grupo de chistorras finalistas. Estas características se dan cuando en la formulación se utiliza un contenido adecuado de grasa (no bajo) y carne de elevada calidad comercial (bajo contenido ternillas), como se puede apreciar en la composición de las chistorras 223, 428 y 523.

Se ha observado bastante homogeneidad en el contenido graso de las chistorras, ya que el coeficiente de variación de los diez productos analizados fue de 8,23, esto indica que el contenido medio de grasa que oscila entre 30-35% referido a muestra húmeda es una pauta aceptada por los elaboradores. Diversos autores han demostrado que esta pauta garantiza la aceptabilidad y la calidad sensorial final de los productos (Hadorn, 2008; Bañón, 2010).

No sucede lo mismo con el contenido en magro y la adición de otros recortes con mayor contenido en hidroxiprolina, cuya presencia se identifica con la presencia de “ternillas” al masticar que mostró una variabilidad superior al 20%. Esta variabilidad, por tanto, pone de manifiesto diferencias entre los fabricantes al elegir la clase de carne para la formulación de la chistorra, resultando un mayor contenido en ternillas cuanto menos músculo sin tejido conectivo se emplea.

Tabla 12: Composición química (% en materia seca) de las 10 chistorras finalistas

Chistorra	Humedad	Proteína	Materia Grasa	Hidroxiprolina	Nitratos (ppm)	Grasa/Hidroxiprolina
103	50,2	37,6	56,3	0,3	20,3	187,67
115	45	24	70,7	0,57	3,5	124,04
124	33,9	19,64	73,4	0,55	25	133,45
223	45,4	28,1	66,5	0,28	14,3	237,5
255	55,4	33,3	61	0,42	38,9	145,24
380	44,8	30,2	63,2	0,41	37	154,15
411	47,4	27,4	67,1	0,37	9,9	181,35
428	36	18,2	75,5	0,36	37,2	209,72
490	44,2	24,2	70,7	0,42	111,2	168,33
523	46,9	26,8	68,2	0,34	18,9	200,59
Media	44,92	26,944	67,26	0,402	31,62	174,2
DE	5,91	5,59	5,54	0,09	28,88	34,13
CV	13,16	20,73	8,23	22,63	91,34	19,59

Tabla 13. Coeficientes de correlación de Pearson (r) entre las variables analizadas en la evaluación sensorial de los productos finalistas y el contenido en humedad, proteína, grasa, hidroxiprolina y nitratos determinados químicamente en las muestras.

	Humedad	Proteína	Materia Grasa	Hidroxiprolina	Nitratos
Textura	-0,276	-0,355	0,394	-0,4	-0,097
Sabor y aroma	-0,244	-0,312	0,349	-0,439	-0,119
Sabor residual	-0,215	-0,246	0,273	-0,495	-0,126
Ausencia ternillas	-0,123	-0,105	0,125	-0,643*	0,152
Color	-0,361	-0,223	0,234	-0,397	0,126
Total cocinado	-0,271	-0,277	0,306	-0,506	-0,023
Nota visual crudo	-0,193	-0,102	0,084	-0,434	0,099

2.5 COMPOSICION ACIDOS GRASOS

Los lípidos constituyen en general la fracción mayoritaria de los embutidos y son precursores de muchas sustancias aromáticas a través de fenómenos hidrolíticos y oxidativos que tienen lugar durante el proceso de maduración y que inciden directamente en la calidad organoléptica de estos productos. Las grasas ricas en ácidos grasos saturados (fundamentalmente mirístico, palmítico y esteárico) poseen un punto de fusión superior (son de consistencia más dura) y son más resistentes a los procesos autooxidativos que las grasas más ricas en ácidos grasos insaturados (sobre todo oleico, linoleico y linolénico).

Las recomendaciones dietéticas hablan de una relación AGP/AGS de 0,4 (COMA, 1984) y de una relación $\omega 6/\omega 3$ de 4 ó inferior (Simopoulos, 2002; Wood et al., 2003). En la tabla 14 aparecen los resultados obtenidos del perfil de ácidos grasos de las diez chistorras finalistas.

Tabla 14: Media, desviación estándar (DE), coeficiente de variación (CV), valor máximo y valor mínimo del perfil de ácidos grasos de las 10 chistorras finalistas.

	Media	DE	CV	Max medias	min medias
C12:0	0,09	0,02	16,92	0,13	0,08
C14:0	1,43	0,09	6,43	1,65	1,34
C14:1c9	0,03	0,01	20,92	0,04	0,02
C15:0	0,06	0,01	20,07	0,08	0,04
C16:0	24,63	1,03	4,36	26,50	23,17
C16:1c9	2,31	0,32	13,98	2,66	1,80
C17:0	0,34	0,06	16,58	0,46	0,25
C17:1c10	0,31	0,05	15,13	0,36	0,21
C18:0	12,71	1,21	9,62	14,71	10,83
C18:1c9	42,13	1,75	4,21	45,55	39,54
C18:2n6c9c12	12,14	2,44	20,93	16,32	8,53
C18:3n6	0,08	0,04	44,29	0,16	0,03
C18:3n3	0,16	0,08	50,15	0,25	0,01
C20:0	0,66	0,15	23,20	0,81	0,40
C20:1c11	0,06	0,03	59,89	0,16	0,01
C21:0	0,74	0,12	14,04	0,84	0,51
C20:2c11,c14	0,48	0,10	20,62	0,64	0,36
C22:0	0,09	0,03	28,67	0,12	0,03
C20:4n6	0,40	0,06	15,35	0,54	0,32
C23:0	0,96	0,19	18,59	1,34	0,67
C22:2c13,c16	0,10	0,02	16,47	0,14	0,08
C24:1	0,08	0,02	22,89	0,11	0,05
AGS	41,72	2,18	5,40	44,55	38,12
AGM	44,92	2,03	4,58	48,75	41,87
AGP	13,20	2,55	20,04	17,67	9,41
n3	0,16	0,08	50,15	0,25	0,01
n6	12,62	2,47	20,35	16,92	8,94
PUFA/SFA	0,32	0,07	24,04	0,45	0,21

Al tratarse de muestras de diez marcas comerciales diferentes, la composición de AGS, AGM y AGP varía dentro de unos márgenes, que se citan a continuación: total AGS: 35 – 45%; total AGM: 38 – 43%; total AGP: 15 – 25% . Las diferencias encontradas entre las diferentes muestras dependen del tipo de tocino empleado en la elaboración de la chistorra.

El contenido en grasa del chorizo control está dentro del rango de los valores observados por diferentes autores para dicho embutido (Bloukas et al., 1997; Muguerza et al., 2001). El contenido en grasa del producto final está obviamente determinado por el contenido en grasa de la masa antes de embutir.

La grasa en la carne de cerdo es el componente más variable en cuanto a composición y su perfil de ácidos grasos depende de numerosos factores como el sexo, composición de la grasa de la dieta, peso en el momento del sacrificio, localización anatómica, grosor de la grasa subcutánea, etc. (Wood et al., 1989). Los principales ácidos grasos identificados en los chistorras fueron en orden decreciente de abundancia: ácido oleico (C18:1c9) (en torno al 42%), ácido palmítico (C16:0) (25%), linoleico (C18:2n6) c9,c12 (12%), esteárico (C18:0) (13%), α -linolénico (C18:3n3) c9,c12,c15 (2,5%) y mirístico (C14:0) (1,9%). Este perfil coincide con el encontrado por otros autores en la grasa de cerdo (Cava et al., 1997) y en embutidos crudo curados tradicionales (Muguerza et al., 2001)

3. ESTUDIO DE LA VIDA UTIL

Se llevó a cabo un estudio de la evolución del color en las 10 chistorras finalistas conservadas en condiciones similares a las que se darían en una carnicería. Se realizaron dos grupos de muestras, uno se conservó en fresco durante 10 días posteriores al concurso y otro grupo cuyas muestras se congelaron (-18°C) el día del concurso y se mantuvieron en congelación durante dos semanas, se descongelaron y se repitió la misma toma de medidas que el primer grupo durante 10 días. La razón de someter a congelación a uno de los grupos de muestras es porque es una tecnología de conservación empleada por algunos elaboradores para alargar la vida útil del producto. Según comentaron los elaboradores el día del concurso, la chistorra no pierde cualidades al no afectar la congelación a su estabilidad. Basado en su percepción se estudiaron los efectos de la congelación sobre el aspecto visual de la chistorra.

Se colocaron las muestras en una bandeja de poliespan cubiertas con un film transparente, con precaución de no manipular la muestra, en un expositor frigorífico con los focos de luz encendidos ocho horas al día.

En la tabla 15 y figura 16 se presentan la evolución de los valores de las coordenadas de color L*, a*, b*, C* y H* del grupo de la chistorra fresca. La chistorras no congeladas mantuvieron constantes sus medidas de color durante los 10 días posteriores al concurso. Únicamente se apreció una disminución de la luminosidad (L*) respecto al color del día del concurso a partir del octavo día. Es decir, hasta transcurrida una semana después del concurso, no se detectaron diferencias en las coordenadas de color medidas instrumentalmente.

Una muestra de cada chistorra finalista se conservó en condiciones similares a las anteriores pero sin apartar el plástico cada 2 días para realizar la medida de color. A los diez días posteriores al concurso (+10 días no manipulación), el color en estas muestras fue el mismo que el color de las chistorras el día del concurso. Por tanto, se podría concluir, que las chistorras muestran un aspecto visual estable tras 10 días de transcurso de tiempo cuando se mantienen en condiciones comerciales de refrigeración y con luz (Figura 16).

Tabla 15: Medias mínimo cuadráticas (media) y errores típicos (ES) de las variables de color L*, a*, b*, C* y H* y niveles de significación estadística del efecto de la conservación y exposición al aire de las chistorras finalistas

	Días tras el concurso							±ES	Significación
	+0 días	+ 1 días	+3 días	+ 5 días	+8 días	+10 días	+10 días no manipulad		
	media	media	media	media	media	media	media		
L*	46,47a	46,76a	46,72a	45,36 ab	44,12 b	44,2 b	45,2 ab	±0,46	***
a*	28,01	27,59	28,39	27,85	27,17	27,52	27,83	±0,41	ns
b*	30,44	30,47	31,11	29,82	29,56	29,12	29,04	±0,55	ns
C*	41,43	41,19	42,21	40,9	40,21	40,15	40,32	±0,57	ns
H*	47,35	47,71	47,48	46,81	47,36	46,51	46,19	±0,53	ns

*** $p \leq 0,001$; ns $p > 0,05$

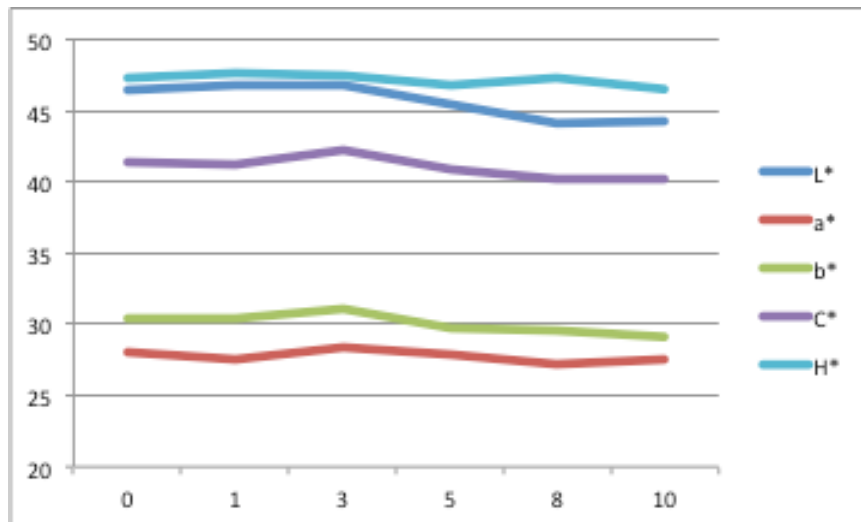


Figura 16: Evolución de las coordenadas de color medidas instrumentalmente (L*, a*, b*, C* y H*) a lo largo de 10 días desde el día del concurso.

En la tabla 16 y en la figura 7, se muestra la evolución del color de las muestras que fueron congeladas. El color de las chistorras descongeladas varió durante los 10 días estudiados, disminuyendo la luminosidad (L*) y la intensidad del de amarillo (b*) alrededor del día quinto del estudio. La coordenada a* (intensidad de rojo) se mantuvo estable hasta el día 10. Las coordenadas C* y H* son derivadas de las coordenadas a* y b* y por tanto siguen evoluciones similares.

Tabla 16: Medias mínimo cuadráticas (media) y errores típicos (ES) de las variables de color L*, a*, b*, C* y H* y niveles de significación estadística del efecto de la conservación y exposición al aire de las chistorras finalistas tras un periodo de conservación en congelación

	Días tras la descongelación						
	+0días	+2 días	+4 días	+7 días	+9 días		Significación
	media	media	media	media	media	±ES	
L*	46,11a	45,22ab	43,52c	44,18bc	41,91d	±0,46	***
a*	28,67a	27,46ab	27,01ab	27,43ab	25,69b	±0,52	**
b*	30,56 a	29,48 ab	27,62 bc	26,69 c	25,54 c	±0,60	***
C*	41,98 a	40,36 ab	38,68 bc	38,37 bc	36,33 c	±0,72	***
H*	46,76 ab	46,97 a	45,50 abc	44,20 c	44,87 bc	±0,53	**

*** $p \leq 0,001$; ** $p \leq 0,01$;

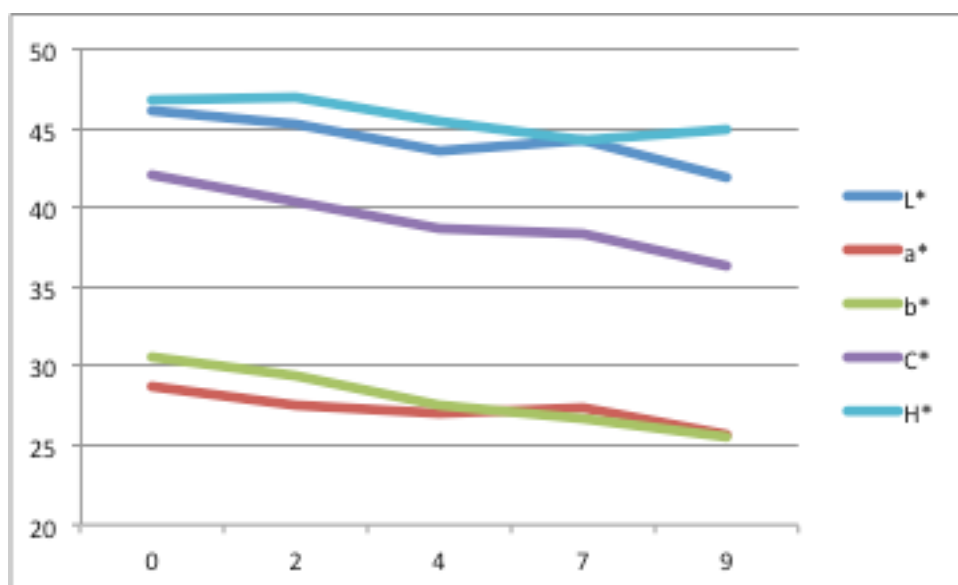


Figura 17: Evolución de las coordenadas de color medidas instrumentalmente (L^* , a^* , b^* , C^* y H^*) a lo largo de 9 días desde el día de la descongelación.

Al comparar los grupos de muestras sin y con tratamiento de congelación (tabla 17 y tabla 18) se observa que únicamente en momento 1 (día 1 post concurso y día de descongelación en el caso del producto congelado) no se observaron diferencias en el color. En los demás días, las muestras que se congelaron y descongelaron fueron menos luminosas (L^*) y amarillas (b^*) que las que se conservaron en fresco. En cuanto a la intensidad del color rojo (coordenada a^*), no aparecieron diferencias entre los dos grupos estudiados hasta el día 10, siendo las muestras frescas, más rojas que las que se congelaron y descongelaron.

En conclusión, la congelación del producto produce una variación más rápida del color que en el caso de las muestras que se conservan en fresco y esta degradación atribuible a la congelación del producto afectó especialmente a la luminosidad y al grado de color amarillo.

Tabla 17: Niveles de significación estadísticos del modo de conservación de las muestra (congelado o fresco) para las coordenadas de color L*, a*, b*, C* y H*

	Momento de medida ^a				
	Momento 1	Momento 2	Momento 3	Momento 4	Momento 5
L*	ns	*	**	ns	**
a*	+	ns	ns	ns	**
b*	ns	*	*	**	***
C*	ns	*	*	+	***
H*	ns	ns	+	***	+

*** $p \leq 0,001$; ** $p \leq 0,01$; + $p \leq 0,1$;

Tabla 18: Medías mínimo cuadráticas (media) y errores típicos (ES) de las coordenadas de color L*, a*, b*, C* y H*, en las muestra conservadas congeladas (C) y frescas (F).

	Momento de medida ^a														
	1			2			3			4			5		
	media		ES	media		ES	media		ES	media		ES	media		ES
	C	F		C	F		C	F		C	F		C	F	
L*	46,11	46,76	±0,45	45,22	46,72	±0,42	43,52	45,37	±0,46	44,18	44,12	±0,51	41,9	44,19	±0,46
a*	28,67	27,59	±0,41	27,46	28,39	±0,42	27,01	27,85	±0,45	27,43	27,17	±0,53	25,7	27,52	±0,49
b*	30,56	30,47	±0,56	29,48	31,11	±0,57	27,62	29,82	±0,61	26,69	29,56	±0,60	25,5	29,12	±0,56
C*	41,98	41,19	±0,59	40,36	42,21	±0,61	38,68	40,91	±0,67	38,37	40,21	±0,72	36,3	40,15	±0,64
H*	46,76	47,71	±0,50	46,97	47,48	±0,51	45,5	46,81	±0,51	44,12	47,36	±0,52	44,9	46,52	±0,60

a: Los momentos de medida a partir del día del concurso en las muestras que conservaron en fresco y a partir del día de descongelación en las muestras que se conservaron congelada. Momento 1: día 1 post concurso y día de la descongelación; Momento 2: día 3 post concurso y día 2 post descongelación; Momento 3: día 5 post concurso y día 4 post descongelación; momento 4: día 8 post concurso y día 7 post descongelación; momento 5: día 10 post concurso y día 9 post descongelación.

VI. CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

Con el material y métodos empleados se han llegado a las siguientes conclusiones:

1. La calidad de la chistorra queda bien definida por la mayoría de parámetros evaluados en la cata puesto que la chistorra ganadora del VII Concurso de Chistorra de Navarra, presenta los valores más altos en atributos como textura, aroma, sabor y una menor presencia de ternillas. Las chistorras finalistas también presentaron una nota más alta en el color visual del producto crudo.
2. Para futuros concursos de elección de la chistorra de Navarra se aconseja eliminar el color del producto cocinado como un atributo de calidad en la ficha de evaluación.
3. Durante la primera fase de evaluación del producto crudo, las chistorras que fueron eliminadas mostraron valores inferiores de las coordenadas L^* , a^* y b^* y que se corresponden a colores más oscuros y rojos menos vivos.
4. En la evaluación sensorial cabe destacar que existe efecto del perfil profesional del juez en la evaluación de los diferentes atributos sensoriales, habiéndose puesto de manifiesto que el hecho de ser “no elaborador” resulta ser más exigente a la hora de valorar los diferentes atributos del producto que el “elaborador”.

5. La evaluación de las características físico-químicas de las diferentes chistorras que la textura juega un papel determinante a la hora de satisfacer los gustos del consumidor. Se valora positivamente la resistencia inicial al corte y la firmeza en el primer mordisco. Además, analizando los resultados de dureza, masticabilidad y gomosidad podemos afirmar que una chistorra de calidad se caracteriza por su facilidad para poder separar los diferentes componentes (grasa y magro). Así, el producto menos cohesivo es el mas puntuado y por tanto apreciado por el consumidor.

6. Existe entre los elaboradores una cierta homogeneidad en la composición del producto que recuerda a la formulación de ingredientes tradicional, por ello las chistorras ganadoras son aquellas con mayor contenido en grasa y menor en hidroxiprolina

7. Las características de color se mantuvieron constantes durante los diez días del estudio y por ello podemos asegurar este periodo de vida útil para la chistorra fresca. Sin embargo, las muestras sometidas a congelación se vieron afectadas en su luminosidad y a la coordenada b^* (color amarillo), mostrando un aspecto de color menos intenso, más apagado que las frescas.

VII. BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

- Aldai, N., Murray, B.E., Najera, A.I., Troy, D.J. y Ososro, K. (2005). Review: Derivatization of fatty acids and its application for conjugated linoleic acid studies in ruminant meat lipids. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85, 1073-1083.
- AHA. (2000). Dietary guidelines revisión. A statement for Healthcare Professionals from the Nutrition Committee of the Americans Heart Association. *Circulation*, 102, 2284-2299.
- AMSA (1995). Research guidelines for cookery, sensory evaluation and instrumental tenderness measurement of fresh meat. American Meat Science Association in cooperation with National Live Stock and Meat Board.
- Askar, A., El-Samahy, S.K., y Tawfik, M. (1994). Pasterna and beef bouillon. The effect of substituting KCl and K-lactate for sodium chloride. *Fleischwirtschaft*, 73 (3), 289-292.
- Bañón, S., Bedia, M., Amela, L. y Martinez, P.J. (2010). Improving the quality of dry-cured sausages using pork from rustic breed. *Agricultural Food Science*, 19 (3), 240-251.
- Bello, J. (1997). Embutidos de Navarra. Ed. Oria.
- Bello, J. (2000). Ciencia Bromatologica. Principios generales de los alimentos. Eds. Diaz de Santos.
- Beltrán, J. A. y Roncalés, P. (2005). Determinación de la Textura. En Estandarización de las metodologías para evaluar la calidad del producto (animal vivo, canal, carne y grasa) en los rumiantes. Eds. V. Cañeque & C. Sañudo. pp. 237-242. Ed. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria. Ministerio de Educación y Ciencia. Madrid, España.
- Bergman, I. y Loxley, R. (1963). Two improved and simplified methods for the spectrophotometric determination of hydroxyproline. *Analytical Chemistry*, 35, 1961-1965.

- Beriain, M.J., Sarries, M.V., Indurain, G., y Insausti, K. (2005). Estandarización de las metodologías para evaluar la calidad del producto (animal vivo, canal, carne y grasa) en los rumiantes. Cap. 6.3 Análisis de la composición en ácidos grasos de la grasa animal. INIA.
- Beriain, M.J. y Lizaso, G. Coordinador: C. Buxadé (1998). Vacuno de carne: Aspectos clave (segunda edición). Cap. VIII: Calidad – calidad de la carne de vacuno. Ed. Mundi Prensa
- Bloukas, J. G., Paneras, E.D. y Fournitzis, G.C. (1997). Effect of replacing pork backfat with olive oil on processing and quality characteristics of fermented sausages. *Meat Science*, 45, 133-144.
- B.O.E. (1979). Orden del 31 de julio de 1979 por la que se establecen métodos oficiales de análisis de aceites y grasas, productos cárnicos, cereales y derivados fertilizantes, productos fitosanitarios, productos lácteos, piensos, aguas y productos derivados de la uva. *Boletín Oficial del Estado*, 207 (29/08/1979): 20221-20247.
- B.O.E. (1993). Real Decreto 147/1993, de 29 de enero, por el que se establecen las condiciones sanitarias de producción y comercialización de carnes frescas. *Boletín Oficial del Estado*, 61 (12/03/1993): 7770-7792.
- B.O.E. (1980). Orden de 7 de febrero de 1980 por la que se aprueba la norma de calidad para los productos cárnicos embutidos crudos-curados en el mercado interior. *Boletín Oficial del Estado*, 70 (21/02/1980): 6280-6284.
- B.O.E. (2002). Real Decreto 142/2002, de 1 de febrero, por el que se aprueba la lista positiva de aditivos distintos de colorantes y edulcorantes para su uso en la elaboración de productos alimenticios, así como sus condiciones de utilización. *Boletín Oficial del Estado*, 44 (20/02/2002): 6756-6799.
- Bonnet, M. y Kopp, J. (1984). Desage du collagène Dans les tissus conjonctifs, la viande et les produits carnés. *Cahiers Techniques de l'INRA*, 5, 19-30.
- Bourne, M. C. (1978). Texture profile analysis. *Food Technology*, 32, 62–66 y 77.
- CAST. (1991). Foods, fat and health. Council for agricultural science and technology. Task Force Report. pp. 118, capítulo 6.

- Cava, R., Ruiz, J., Lopez-Bote, C., Martin, L., Garcia, C., Ventanas, J. y Antequera, T. (1997). Influence of finishing diet on fatty acid profiles of intramuscular lipids, triglycerides and phospholipids in muscle of the Iberian pig. *Meat Science*, 45, 263-270.
- Chang, S.F. y Huang, T.C., Pearson, A.M. (1996). Control of the dehydration process in production of intermediate-moisture meat products: a review. *Advances in Food and nutrition research*, 39. Ed. Taylor, S.L. pp 71-161. Academic Press, Inc., San Diego, California.
- Comision Europea (2008). Reglamento 1333/2008, del 16 de Diciembre, sobre aditivos alimentarios. Parlamento Europeo y del consejo.
- Comision Europea (2004). Reglamento 853/2004, de 29 de Abril, por el que se establecen las normas de higiene de los alimentos de origen animal. Parlamento Europeo y del Consejo.
- Costell, E. y Durán, L. (1981). El análisis sensorial en el control de calidad de los alimentos. II. Planteamiento y planificación: selección de pruebas. *Revista de agroquímica y tecnología de alimentos* 21 (2), 149-166.
- Durand, P. (2002) *Tecnología de los productos de charcutería y salazones*. Ed. Acribia.
- Garcia, M.L., Dominguez, R., Galvez, M.D., Casas, C. y Selgas, M.D. (2002). Utilization of cereal and fruit fibres in low fat dry fermented sausages. *Meat Science*, 60, 227-236.
- Gelabert, J., Gou, P., Guerrero, L. Y Arnau, J. (2003). Effect of sodium chloride replacement on some characteristics of fermented sausages. *Meat Science*, 65, 833- 839.
- Giddey, C. (1966). The change in meat pigments in sausage making process. *Journal Science of Food Agricultural*, 17, 14-17.
- Girard, J.P. (1991). *Tecnología de la carne y de los productos cárnicos*. Ed. Acribia.
- Gou, P., Guerrero, L. y Arnau, J. (1996). Potassium chloride, potassium lactate and glycine as sodium chloride substitutes in fermented sausages and in dry-cured pork loin. *Meat Science*, 42 (1), 37-48.

- Hadorn R., Eberhard, P., Guggisberg, D., Piccinali, P., Schlichtherle-Cerny, H. (2008). Effect of fat score on the quality of various meat products. *Meat Science*, 80 (3), 765-770.
- International Standard ISO 1442-1973. Meat and meat products. Determination of moisture. Métodos de análisis de productos cárnicos. Anejo II, BOE 29/8/1979.
- Internacional Standard ISO 1443-1973. Meat and meat products. Determination of total fat content. Métodos de análisis de productos cárnicos. Anejo II, BOE 29/8/1979.
- International Standard ISO 2918:1975, Meat and meat products - Determination of nitrite content. Anejo II, BOE 29/8/1979.
- Internacional Standard ISO 937-1978. Meat and meat products. Determination of nitrogen content. Anejo II, BOE 29/8/1979.
- International Standard ISO 7218/1996. Microbiology of food and animal feeding stuffs. General rules for microbiological examinations. Anejo II, BOE 29/8/1979.
- International Standard ISO 4833/2003 Microbiology of food and animal feeding stuffs. Horizontal method for the enumeration of microorganisms. Colony count technique at 30 degrees C. Anejo II, BOE 29/8/1979.
- International Standard ISO 6887-2/2003 Microbiology of food and animal feeding stuffs. Preparation of test samples, initial suspension and decimal dilutions for microbiological examination. Part 2: Specific rules for the preparation of meat and meat products. Anejo II, BOE 29/8/1979.
- Issanchou S., Schilch P. y Lesschaeve Y. (1996). Sensory analysis: methodological aspects relevant to the study of chesser. *Lait*, 77, 5-12.
- Jiménez-Colmenero, F. y Carballo, J. (1989). Principios básicos de elaboración de embutidos. Ed. Ministerio de agricultura, pesca y alimentación.
- Jiménez-Colmenero, F., Carballo, J. y Cofrades, S. (2011). Healthier meat and meat products: their role as functional foods. *Meat Science*, 59, 5-13.

- Kim, N.M. y Brewer, M.S. (1996). Sensory characteristics of sodium lactate and sodium tripolyphosphate in a model system. *Journal of Sensory Studies*, 11(2), 165-173.
- Leistner, F. (1992). The essentials of producing stable and safe raw fermented sausages. *New technologies for meat and meat products*. Eds. Smulders, F.J.M, Toldra, F., Flores, J., Prieto, M. Pp 1-19. Utrecht: ECCEAMST, Nijmegen: Audet Tijdschriften, Holanda.
- Lepetit, J. y Culioli, J. (1994). Mechanical properties of meat. *Meat Science*, 36, 203-237.
- Lopez de la Torre, G. Y Carballo, B.M. (1991). *Manual de bioquímica y tecnología de la carne*. Ed. Madrid Vicente, A.
- Mendoza, E., Garcia, M.L., Casas, C. y Selgas, M.D. (2001). Inulin as fat substitute in low fat, dry fermented sausages. *Meat Science*, 57, 387-393.
- Muguerza, E., Gimeno, O., Ansorena, D., Bloukas, J.G. y Astiasaran, I. (2001). Effect of replacing pork backfat with preemulsified olive oil on lipid fraction and sensory quality of Chorizo de Pamplona- A traditional Spanish sausage.
- Pearson, A.M. y Dutson, T.R. (1992). *Quality attributes and their measurement in meat, poultry and fish products*. Ed. Blackie academia & professional.
- Price, J. y Schweigert, B. (1994). *Ciencia de la carne y de los productos cárnicos*. Ed. Acribia.
- Roncales, P. y Martínez, L.A. (2001). *La matanza domiciliaria del cerdo en el Valle del Ebro : tecnología cárnica tradicional*. Ed. Zaragoza: Institución “Fernando el Católico”.
- Sañudo, C. (1993). *Tecnología y calidad de los productos cárnicos*. Cap: Calidad organoléptica de la carne. Ed. Gobierno de Navarra. Departamento de agricultura, ganadería y montes.
- Simopoulos, A.P. (2002). The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids. *Biomed Pharmacother*, 56 (8), 365-379.
- Szczesniak, A. S., Brandt M. A. y Friedman H. H. (1963). Development of standard rating scales for mechanical parameters of texture and correlation between the

- objective and the sensory methods of texture evaluation. *Journal Food Science*, 28, 397.
- Tarté, R. ed. Lit. (2009). *Ingredients in meat products: properties, functionality and applications*. Ed. Springer, New York.
- Terrell, R.N. (1983). Reducing the sodium content of processed meats. *Food technology*, 37, 66.
- USDA. US Department of Agriculture- US Department of Health and Human Services (2000). *Nutrition and your health: Dietary guidelines for Americans Homes and garden bulletin*, 232,. Washington DC: Government University Press.
- Verbeke, W. y Vackier, I. (2004). Profile and effects of consumer involvement in fresh meat. *Meat Science*, 67, 159-168.
- Webb, E.C. y O'Neil, H.A. (2008). The animal fat paradox and meat quality. *Meat Science*, 80, 28-36.
- Wheeler, T. L., Shackelford, S. D. y Koohmaraie, M. (1997). Standardizing collection and interpretation of Warner-Bratzler shear force and sensory tenderness data. *Proceedings 50th annual reciprocal meat conference*, 68-77, Ames, IA.
- Whittington, F.M., Prescott, N.J., Wood, J.D. y Enser, M. (1986). The effect of dietary linoleic acid on the firmness of backfat in pigs of 85 Kg live weight. *Journal of Science and Food Agriculture*, 37, 753-761.
- Wood, J. D., Enser, M., Fisher, A.V., Nute, G.R., Sheard, P.R., Richardson, R.I., Hughes, S.I. y Whittington, F.M. (2008). Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. *Meat Science*, 78, 343 – 358.
- Zulet, M. (2000). *Caracterización de la textura de la carne de ternera producida en Navarra*. Trabajo Fin de Carrera. Departamento de Producción Agraria. Universidad Pública de Navarra.